

**PROPUESTA DE MANEJO EFICIENTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS EN EL DEPARTAMENTO DE META (COLOMBIA)**

SANDRA MILENA PEDROZA RUBIO

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Magíster en Gestión Ambiental y Evaluación del Impacto Ambiental**

Director

JADER MUÑOZ RAMOS

Doctor en Ciencias Agrícolas

UNIVERSIDAD DEL TOLIMA

FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

IBAGUÉ – TOLIMA

2018

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
FORMATO EVALUACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

Título del Informe Final de Tesis:
PROPUESTA DE ESQUEMA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN EL DEPARTAMENTO DE META (COLOMBIA)

Respetado señor Jurado: luego de que usted haya revisado el informe final de Tesis, por favor emita el respectivo concepto de evaluación, marcando con una X en la casilla correspondiente, de la tabla 1. Si su concepto es **Aprobado**, califique de 4,0 a 5,0 cada uno de los parámetros de evaluación que aparecen en la tabla 2, posteriormente póngelos con el factor recomendado para generar el subtotal de cada parámetro. Sume los subtotales para obtener la calificación total. Si el concepto es **Aplazado**, absténgase de diligenciar la tabla 2 y presente en anexo las observaciones y sugerencias que soportan esta decisión. Este formato debe ser devuelto con el informe final después de su evaluación. Gracias.

Tabla 1. Concepto de Evaluación.

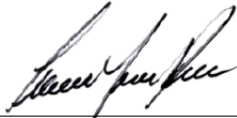
Aprobado: el informe final de Tesis está en condiciones de ser sometido a sustentación pública, sin necesidad de hacer ajustes previos.	X
Aplazado: el informe final de Tesis debe ser ajustado antes de ser sometido a sustentación pública.	

Tabla 2. Parámetros de Evaluación.

PARÁMETROS	CALIFICACIÓN 4,0 – 5,0	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL
PRELIMINARES: Claridad y correspondencia entre el Título, Resumen, Introducción, Objetivos y el contenido del documento. Documento sujeto a la normatividad vigente.	4.2	0,05	0,21
MARCO TEÓRICO: Apropiaada fundamentación teórica y revisión de literatura. Antecedentes pertinentes.	4	0,15	0,6
MARCO METODOLÓGICO: Claridad, pertinencia, consistencia, validez y confiabilidad de los métodos de captura de la información y el procesamiento de datos.	4.4	0,20	0,88
RESULTADOS Y ANÁLISIS: Claridad y consistencia con los objetivos del proyecto. Análisis, interpretación y contraste con apoyo de citas bibliográficas. Relevancia y pertinencia de productos logrados.	4.4	0,30	1,32
CONCLUSIONES: Claridad y pertinencia de las conclusiones. Concluye en función de los objetivos.	4.3	0,30	1,29
CALIFICACIÓN TOTAL		1,00	4,3

Pereira, 18 de sept. de 2018

LUGAR Y FECHA DE EVALUACIÓN


NOMBRE Y FIRMA DEL JURADO

Anexo: Observaciones del Jurado (__119__ folio(s) – Documento final).

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, Jader Muñoz Ramos, Ph.D., por su valioso aporte, guía y acompañamiento en la realización del proyecto.

A la Empresa de Servicios Públicos del Meta EDSA, gestora del Plan Departamental de Aguas del Meta –PDA Meta– y las administraciones de los 19 municipios que fueron objeto de estudio, por su colaboración durante el proceso de elaboración del proyecto.

Al consorcio PGIRS Meta 2015, por contribuir con información base y soporte para el desarrollo de la investigación.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. METODOLOGÍA	19
2.1 ÁREA DE ESTUDIO.	19
2.2 ESQUEMA METODOLÓGICO.	20
2.3 COLECTA DE INFORMACIÓN.	21
2.4 DIAGNÓSTICOS.	23
2.4.1 Diagnóstico Técnico-Operativo.....	23
2.4.2 Diagnóstico Socio-Ambiental.....	32
2.5 ÁRBOL DE PROBLEMAS.	34
2.6 ÁRBOL DE OBJETIVOS.....	35
2.7 PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS.....	36
2.8 ALTERNATIVA DE GESTIÓN.	41
3. MARCO TEÓRICO	42
3.1 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.	42
3.2 GESTIÓN MUNDIAL de los Residuos Sólidos Domiciliarios.	43
3.3 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN COLOMBIA.	44
3.3.1 Composición de los Residuos Sólidos Domiciliarios.....	44
3.3.2 Marco legal de la Gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios.....	44
3.3.3 Gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el Departamento de Meta.....	51
4. RESULTADOS	52
4.1 DIAGNÓSTICO.....	52

4.1.1	Generalidades de los Prestadores-Operadores del Servicio Público de Aseo ...	52
4.1.2	Diagnóstico Técnico-Operativo.....	56
4.1.3	Diagnóstico Socio-Ambiental.....	66
4.2	ÁRBOL DE PROBLEMAS.	75
4.3	ÁRBOL DE OBJETIVOS.....	78
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88
6.	PROPUESTA PARA LA GESTIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.	95
6.1	PRIORIZACION DE PROBLEMAS.....	95
6.2	REGIONALIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL SERVICIO DE ASEO.	103
6.2.1	Regional Alto Ariari	104
6.2.2	Regional Bajo Ariari	107
6.2.3	Regional Villavicencio.....	107
6.2.4	Alternativa Individual.....	108
6.3	Viabilidad de la Propuesta de Regionalización.	109
6.4	ALTERNATIVAS PARA LA OPERACIÓN DEL ESQUEMA DE OPERACIÓN PROPUESTO.....	115
6.4.1	Marco Jurídico	115
6.4.2	Tipo de Operador.....	116
7.	CONCLUSIONES	119
	RECOMENDACIONES	1194
	REFERENCIAS	1195
	ANEXOS	1198

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Actividades desarrolladas para la recolección de información primaria.	22
Tabla 2. Actividades desarrolladas para caracterizar los residuos sólidos urbanos en los municipios objeto de estudio.	25
Tabla 3. Valores de confianza usados para el cálculo del tamaño de la muestra.	27
Tabla 4. Criterios recomendados para proyectar la población según el nivel de complejidad. En negrilla, el nivel de la complejidad usado para este estudio.	31
Tabla 5. Criterios que contemplan cada uno de los factores de evaluación utilizados en el proceso de priorización de problemas.	38
Tabla 6. Ponderación de los factores usados para la priorización de los problemas encontrados en los municipios objeto de estudio.	39
Tabla 7. Operaciones introducidas a la tabla dinámica utilizada como herramienta para priorizar los factores problema en el presente estudio.	40
Tabla 8. Marco legal que ha determinado históricamente la gestión integral de los residuos sólidos domiciliarios en Colombia.	44
Tabla 9. Recursos humanos y mecánicos con los que se presta el servicio público de aseo en los 19 municipios estudiados del departamento de Meta.	53
Tabla 10. Número de usuarios y población urbana en cada uno de los 19 municipios objeto de estudio.	55
Tabla 11. Cobertura aproximada del servicio de barrido en los municipios objeto de estudio.	60
Tabla 12. Cobertura del servicio de recolección en los municipios objeto de estudio. .	62
Tabla 13. Distancia aproximada del recorrido que realizan los vehículos recolectores desde el centroide de cada municipio hasta el relleno sanitario Bioagrícola.	69
Tabla 14. Distancia aproximada del recorrido que realizan los vehículos recolectores desde el centroide de cada municipio hasta el relleno sanitario Guaratara.	71
Tabla 15. Riesgos actuales detectados en los esquemas de prestación de servicio de aseo en los municipios objeto de estudio.	77

Tabla 16. Matriz de causas y efectos por aspectos de análisis definida por las mesas interdisciplinarias de trabajo según la información recolectada en los 19 municipios estudiados, con el fin de elaborar el árbol de problemas del departamento de Meta. ..	80
Tabla 17. Matriz de medios y fines por aspectos de análisis definida por las mesas interdisciplinarias de trabajo según la información recolectada en los 19 municipios estudiados, con el fin de elaborar el árbol de problemas del departamento de Meta ...	85
Tabla 18. Municipios del departamento de Tolima que disponen sus residuos sólidos en los rellenos sanitarios regionales.	89
Tabla 19. Lista resumen de los problemas identificados en gestión de residuos sólidos para el departamento de Meta, según los aspectos analizados.....	96
Tabla 20. Evaluación multicriterio dada por la mesa interdisciplinaria a los problemas en gestión de residuos sólidos identificados para el departamento de Meta.	98
Tabla 21. Imagen de la salida presentada por el instrumento diseñado para priorizar los problemas evidenciados en la gestión de residuos sólidos en el departamento de Meta.	99
Tabla 22. Resultados de la evaluación de los problemas en la gestión de residuos sólidos en el departamento de Meta evidenciados en el presente estudio.	100
Tabla 23. Ventajas de la implantación de esquemas regionales de prestación de servicio.	102
Tabla 24. Producción esperada de residuos sólidos por municipio (<i>t/mes</i>) y distancia de transporte proyectada (<i>km</i>) entre los centroides de los municipios que conformarían la regional Alto Ariari y el relleno sanitario en el municipio de Granada, Meta.....	106
Tabla 25. Producción esperada de residuos sólidos por municipio (<i>t/mes</i>) y distancia de transporte proyectada (<i>km</i>) entre los centroides de los municipios que conformarían la regional Villavicencio y el relleno sanitario en el municipio de Villavicencio.....	108
Tabla 26. Distancias proyectadas entre los centroides municipales y los rellenos sanitarios en cada municipio propuesto con alternativa individual.	110
Tabla 27. Valor total estimado de incentivos por relleno sanitario regional de acuerdo con el número de toneladas totales de residuos dispuesto en cada regional propuesta, según la resolución CRA 720 de 2015.....	110

Tabla 28. Potencial de aprovechamiento de residuos sólidos de los esquemas regionales propuestos.	112
Tabla 29. Comparación entre las distancias recorridas antes y después de la implementación del esquema propuesto.....	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del departamento de Meta dentro del territorio colombiano. En color azul se encuentran resaltados los 19 municipios del Meta que fueron objeto de este estudio.....	20
Figura 2. Esquema metodológico general desarrollado para la elaboración del presente estudio.....	21
Figura 3. Representación gráfica del cuarteamiento de una muestra. El color verde representa la parte que se escoge para conformar la nueva muestra o torta.	28
Figura 4. Esquema explicativo de un árbol de problemas.	34
Figura 5. Esquema explicativo de un árbol de objetivos.....	36
Figura 6. Mapa de operación de las empresas prestadoras del servicio de aseo en el departamento de Meta.	53
Figura 7. Distribución de los municipios objeto de estudio según el número aproximado de usuarios que hacen uso del servicio de recolección de residuos sólidos. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.	54
Figura 8. Distribución de los municipios objeto de estudio según el número de centros poblados en cada uno de ellos. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.	56
Figura 9. Cantidad de residuos sólidos urbanos generados en los municipios en estudio, comparados contra la respectiva población urbana municipal.	57
Figura 10. Producción <i>per cápita</i> (PPC) de residuos sólidos urbanos generados en los municipios en estudio <i>versus</i> la respectiva cantidad de residuos sólidos urbanos municipales.	58
Figura 11. Clasificación general de los residuos sólidos urbanos colectados en cada uno de los municipios objeto de estudio. (a): al nivel porcentual global; (b): al nivel porcentual acumulado por cada municipio.....	59
Figura 12. Distribución del número de kilómetros a ser barrido en la zona rural y zona urbana de los municipios de estudio. (a): al nivel porcentual; (b) al nivel espacial.	60
Figura 13. Área de césped a ser intervenida en cada municipio de estudio. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.	63

Figura 14. Número de individuos arbóreos a ser intervenidos en cada uno de los municipios de estudio. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.	64
Figura 15. Área de zonas públicas (m^2) a ser lavadas en cada municipio. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.	65
Figura 16. Distribución del número de puntos críticos (fuentes de contaminación y de proliferación de vectores que causan enfermedades) encontrados en los municipios objeto de estudio. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.	67
Figura 17. Imagen del relleno sanitario Bioagrícola en Villavicencio, Meta.	68
Figura 18. Municipios objeto de estudio que disponen sus residuos sólidos en el relleno sanitario Bioagrícola, localizados en el municipio de Villavicencio (Meta, Colombia). ..	68
Figura 19. Imagen del relleno sanitario Guaratara en Granada (Meta).	69
Figura 20. Municipios objeto de estudio que disponen sus residuos sólidos en el relleno sanitario Guaratara, localizados en el municipio de Granada (Meta, Colombia).	70
Figura 21. Imagen de la celda de emergencia usada para disponer los residuos sólidos domiciliarios del municipio La Macarena (Meta).	71
Figura 22. Municipios objeto de estudio que usan otros medios para la disposición final de sus residuos sólidos.	72
Figura 23. Municipios con presencia de recicladores en su territorio. (a): al nivel porcentual; (b) al nivel espacial.	74
Figura 24. Presencia de bodegas para el aprovechamiento y comercialización de residuos. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.	74
Figura 25. Árbol de problemas que describe para el departamento de Meta la relación causa-efecto derivada de los problemas descritos en la Tabla 16.	82
Figura 26. Árbol de objetivos que describe la relación medio-fin derivada de los problemas descritos en la (Tabla 17).	87
Figura 27. Comparación de la producción per cápita (PPC) de residuos sólidos de los municipios estudiados contra la PPC urbana de residuos sólidos promedio del departamento del Tolima.	90
Figura 28. Comparación entre las cantidades (t/mes) de residuos sólidos llevados a los lugares de disposición final de los municipios del departamento de Meta y el promedio general del departamento de Tolima.	91

Figura 29. Caracterización general de los residuos sólidos de los municipios objeto de estudio en el departamento de Meta <i>versus</i> la caracterización media de los residuos del departamento de Tolima.	92
Figura 30. Comparación entre las distancias actuales desde los centroides urbanos hasta los sitios de disposición final (SDF) en el departamento del Meta y la distancia recorrida en promedio desde los centroides urbanos hasta los SDF en el Tolima.....	93
Figura 31. Mapa de municipios propuestos en el esquema de regionalización para albergar rellenos sanitarios regionales: 1. Granada 2. Villavicencio 3. Puerto Rico 4. Puerto López.....	104
Figura 32. Municipios que se proponen para conformar la regional Alto Ariari, los cuales dispondrían sus residuos en el relleno sanitario ubicado en el municipio de Granada.	105
Figura 33. Ubicación de los municipios que conformarían la regional Bajo Ariari y que dispondría sus residuos en el relleno sanitario ubicado en el municipio de Puerto Rico.	107
Figura 34. Municipios que conformarían la regional Villavicencio y que dispondrían sus residuos en el relleno sanitario ubicado en el municipio de Villavicencio.....	108
Figura 35. Ubicación de municipios para los que se propone que constituyan rellenos sanitarios individuales.	109
Figura 36. Comparación entre las distancias proyectadas desde los centroides urbanos hasta los rellenos sanitarios en el departamento del Meta y la distancia recorrida en promedio desde los centroides urbanos hasta los sitios de disposición final en el Tolima.	114

RESUMEN

La evolución normativa de nuestro país sobre el manejo de los residuos sólidos, obliga a todos los municipios a elaborar o actualizar los planes de gestión Integral de residuos sólidos (PGIRS), en aras de incluir en los programas y proyectos esquemas de operación con viabilidad de prestación, financiación en las obras de inversión, continuidad en las metas y objetivos trazados.

Con base en lo anterior, se elaboró un diagnóstico técnico-operativo y socio-ambiental del manejo actual de los residuos sólidos domiciliarios en 19 municipios del departamento del Meta (Colombia), priorizados por la administración departamental dentro del Plan Ambiental del Programa Agua y Saneamiento Para la Prosperidad – Plan Departamental de Agua (PAP-PDA), con el fin de formular una propuesta para la optimización del servicio público de aseo. La colecta de información se realizó por medio de la aplicación de instrumentos (entrevistas, listas de chequeo, principalmente) a diferentes instituciones municipales y privadas, según lo recomendado en la Resolución 754 de 2014, seguido de un trabajo de verificación en campo. Los resultados obtenidos fueron integrados en un árbol de problemas regional construido en forma participativa, que se valoró con una tabla dinámica creada en este trabajo de investigación como herramienta de evaluación y priorización multifactores, para conocer la importancia de cada problema y proponer una solución al manejo de los residuos conforme a las posibilidades cada municipio.

En general, se encontró que los municipios objeto de estudio no prestan adecuadamente el servicio conforme a los índices de cobertura, calidad y continuidad. Además, se evidencia un pasivo ambiental importante por disposición final inadecuada, que puede afectar, incluso, las comunidades vecinas.

Con base en lo anterior, se propuso un nuevo esquema de operación del servicio basado en el concepto de economías de escala y planeación de inversiones con perspectiva

regional, que dio como resultado la distribución de los sitios de disposición final en cuatro rellenos sanitarios regionales y cinco rellenos sanitarios individuales en municipios que, por sus condiciones geográficas, no se pueden vincular a esquemas regionales.

Palabras clave: Residuos sólidos, servicio público de aseo, rellenos sanitarios regionales.

ABSTRACT

The normative evolution of our country on the Plans for Integral Management of Solid Waste (PGIRS), aimed to include Operational Schemes with feasibility to provision of services, financing of investment works, continuity in the goals and planned aims.

Based on that, a technical-operative and social-environmental on the management of domiciliary solid waste in 19 municipalities in the Department of Meta (Colombia), prioritized by the Departmental administration in the Departmental Water Plan (PAP-PDA), to present a proposal for the optimization of public cleaning service. The collection of information was made using instruments (such as interviews and checklists mainly) to different institutions from the municipality and private ones, according to what's recommended by the Resolution 754, 2014, followed by a field verification work. The results obtained were integrated in a regional problem tree built participatively, which was assessed with a dynamic table created for this work as a tool for assessment and prioritization of multifactors, to get to know the importance of every problem and propose a solution to the solid waste management according to the possibilities of each municipality.

In general, it was found that the municipalities object of this study do not provide suitable service according to the covering, quality and continuity indexes. Besides, it is evidenced of an environmental liability that may affect even neighbor communities.

Finally, a new operation scheme for the service was proposed, based on the concept of scale economies and investment planning, which gave as a result the distribution of the sites for final disposal in four regional landfills and five individual sanitary landfills in municipalities that, according to their geographical conditions, can not be linked to regional schemes.

Keywords: Solid Waste, public cleaning service, regional sanitary landfill.

INTRODUCCIÓN

La creciente generación de residuos sólidos a nivel mundial, causada por las diversas actividades humanas y el manejo inadecuado de los mismos, han propiciado condiciones que alteran el equilibrio natural de los ecosistemas. Históricamente, los residuos sólidos se han manejado bajo el precepto de enterrar y olvidar, práctica que dejó como resultado graves problemáticas ambientales Secretaria de Salud Pública Municipal de Santiago de Cali, (2015) cuyas afectaciones solo se han evidenciado años después. Esta situación ha dado origen a una búsqueda permanente de desarrollo de tecnologías de saneamiento ambiental que buscan, ante todo, minimizar los impactos ambientales negativos del manejo de los residuos sólidos.

En el caso colombiano, la Política Ambiental Nacional contempla la implantación de Planes de Gestión Integrada de Residuos Sólidos (PGIRS) que se encuentran regulados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, mediante actos administrativos en donde se estipulan los nuevos términos de referencia para su elaboración Decreto 2981 de 2013 y Resolución N° 0754 de 2014. Los actos administrativos constan de una variedad de elementos, acciones y prácticas administrativas que se complementan entre sí y que permiten planear con seguridad y eficiencia los diversos flujos que componen los residuos sólidos.

En complemento a lo anterior, la prestación del servicio público de aseo, define la cadena de valor principalmente por las actividades de recolección y transporte, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transferencia, aprovechamiento y disposición final de residuos. Adicionalmente, incluye las actividades complementarias de corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas; de lavado de estas áreas, transferencia, tratamiento y aprovechamiento Ley 689 de 2001, entre otras, a las cuales les define los índices de cobertura, calidad, continuidad y aseguramiento.

El departamento de Meta (Colombia) no es ajeno a esta política. La administración departamental debe establecer alianzas con organismos especializados en manejo de residuos sólidos, con el fin de dar inicio a estudios técnicos relacionados con los mismos. Dichos estudios deberán comenzar con la obtención de la información base que permitirá luego la formulación de alternativas de solución adecuadas a las necesidades de aprovechamiento y regionalización del manejo de los residuos sólidos.

En general, de acuerdo con lo que se puede visualizar al nivel departamental, se puede considerar que las principales dificultades con el manejo de los residuos sólidos en el departamento de Meta están ligadas a aspectos como:

- Patrones de consumo que determinan incremento sostenido en la producción de residuos sólidos.
- Falta de voluntad política, además de conciencia y cultura ciudadana.
- Inadecuada disposición final y/o rellenos sanitarios próximos a cumplir su vida útil.
- Escasos estudios y sitios disponibles para la construcción de rellenos sanitarios.
- Pérdida del potencial de aprovechamiento de los residuos por mezcla de los mismos en el origen.

Bajo estas circunstancias, el panorama de la gestión integral de los residuos sólidos en el departamento de Meta es preocupante desde el punto de vista económico, social y ambiental. Sin embargo, es interés de la administración departamental entrar a revertir la situación. En el año 2014 se priorizaron dentro del Plan Ambiental del Programa Agua y Saneamiento Para la Prosperidad – Plan Departamental de Agua (PAP-PDA) la actualización de los PGIRS de 19 de los 29 municipios departamentales.

La información recolectada en la consultoría surgida para actualizar los PGIRS sirvió de soporte para el desarrollo del presente estudio, el cual se fundamentó en la siguiente pregunta de investigación:

- ¿Cómo se debe gestionar el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el departamento de Meta (Colombia) para que sea más eficiente la prestación del servicio público de aseo al nivel departamental?

La anterior pregunta de investigación busca generar bases conceptuales y metodológicas sobre el marco de una propuesta basada en la eficiencia en la prestación de servicio público domiciliario de aseo, que se pueda trasladar al usuario vía tarifa, gracias a economías de escala y rendimientos operativos.

Además, el estudio contribuye a dar solución a una necesidad actual de la sociedad departamental del Meta. Este hecho le confiere al mismo, de entrada, la validación social.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL.

Formular un esquema eficiente de manejo y disposición final de los residuos sólidos domiciliarios del departamento de Meta (Colombia), con base en la evaluación de la gestión del servicio público de aseo en 19 municipios que hacen parte del Plan Departamental del Agua.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Elaborar un diagnóstico de la situación técnico - operativa y socio - ambiental de la prestación actual del servicio público de aseo en los 19 municipios objeto de estudio, según la normatividad y política ambiental actual.
- Formular un esquema que asegure economías de escala y eficiencia en el manejo y disposición final de residuos sólidos domiciliarios en el departamento de Meta, sobre la base de los aspectos críticos y reiterativos encontrados en los municipios objeto de estudio.

2. METODOLOGÍA.

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

Con una extensión aproximada de 85.000 km^2 , equivalente a cerca del 7,5 % del territorio colombiano, el departamento de Meta se localiza entre las coordenadas 1°32'30" y los 4°57'30" de latitud Norte y entre los 71°2'30" y 74°57'00" de longitud Oeste de Greenwich, en la región de la Orinoquía. Limita al Norte con los departamentos de Cundinamarca y Casanare, al Sur con los departamentos de Caquetá y Guaviare, al Oriente, con el departamento de Vichada, y al Occidente con el departamento de Huila y Bogotá, D. C. El territorio departamental está ubicado dentro de la región natural colombiana conocida como Orinoquía o Llanos Orientales y comprende la subregión Llanuras del Meta y parte de la subregión Piedemonte Llanero (Meta, 2017).

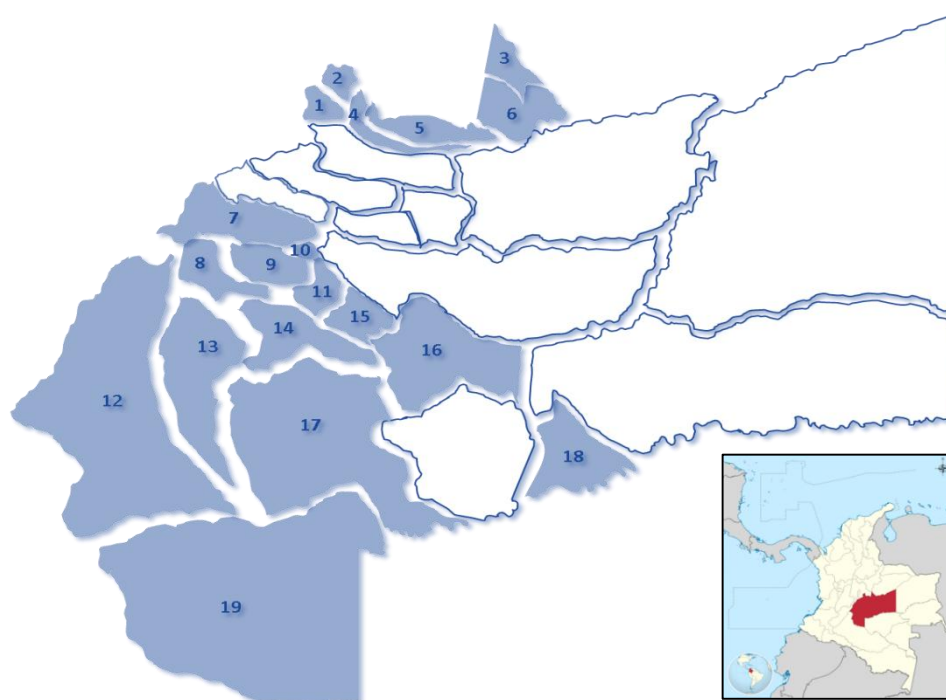
La población departamental, estimada en 979.683 habitantes por el Censo 2005 del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), está organizada al interior de 29 municipios que tienen una economía basada principalmente en la minería, con la extracción de crudo y gas, la agricultura, con cultivos de palma para extracción de aceite, y la ganadería extensiva desarrollada en sus grandes llanuras (Meta, 2017) .

Dentro del Plan Ambiental del Programa Agua y Saneamiento Para la Prosperidad - Plan Departamental de Agua (PAP-PDA), concertado entre el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, la Empresa de Servicios Públicos del Meta (EDESA S.A. E.S.P.) y la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de la Macarena (CORMACARENA), se aprobó en la sesión N° 22 (26 de agosto del 2014) del Comité Directivo la contratación de una consultoría para la "[...] actualización de los PGIRS de 19 municipios en el casco urbano y centros poblados del departamento de Meta [...]".

Por esta razón, el área definida para el desarrollo del presente estudio fueron los 19 municipios priorizados dentro del PAP-PDA Meta (Figura 1): El Calvario, San Juanito,

Barranca de Upía, Restrepo, Cumaral, Cabuyaro, Cubarral, Lejanías, El Castillo, El Dorado, Granada, Uribe, Mesetas, San Juan de Arama, Fuente de Oro, Puerto Lleras, Vistahermosa, Puerto Concordia, La Macarena.

Figura 1. Ubicación del departamento de Meta dentro del territorio colombiano. En color azul se encuentran resaltados los 19 municipios del Meta que fueron objeto de este estudio.



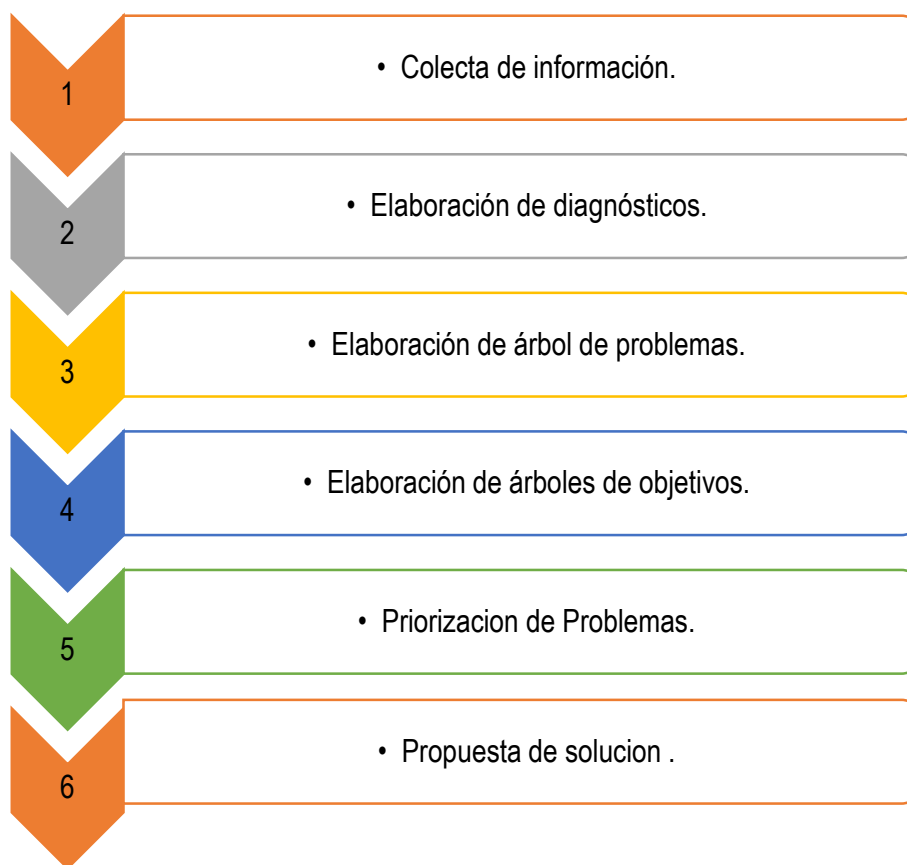
- | | | |
|---------------------|----------------|-----------------------|
| 1. El calvario | 8. Lejanías | 14. San Juan de Arama |
| 2. San Juanito | 9. El Castillo | 15. Fuente de Oro |
| 3. Barranca de Upía | 10. El Dorado | 16. Puerto Lleras |
| 4. Restrepo | 11. Granada | 17. Vistahermosa |
| 5. Cumaral | 12. Uribe | 18. Puerto Concordía |
| 6. Cabuyaro | 13. Mesetas | 19. La macarena |
| 7. Cubarral | | |

Fuente: Enciclopedia Libre Wikipedia, (2018)

2.2 ESQUEMA METODOLÓGICO

Para el desarrollo del presente estudio se elaboró un esquema metodológico (Figura 2) conformado por siete momentos de investigación acordes con lo estipulado en la normatividad ambiental colombiana, que permitieron la obtención de las alternativas para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos en el departamento de Meta.

Figura 2. Esquema metodológico general desarrollado para la elaboración del presente estudio.



Fuente: El autor

2.3 COLECTA DE INFORMACIÓN

La colecta de información se realizó a través del apoyo de las diferentes entidades municipales, como las oficinas de planeación municipal y las oficinas de servicios públicos, principalmente, quienes facilitaron el acceso a datos demográficos, así como a datos de control y producción de residuos, respectivamente. Adicionalmente, se obtuvo

información complementaria mediante entrevistas a diferentes operarios e instituciones, según fuera necesario, y se colectó información primaria sobre la caracterización de residuos sólidos, localización y diagnóstico de sitios actuales de disposición final, botaderos y puntos críticos, entre otros. Toda la información fue enriquecida con búsqueda bibliográfica y consultas en bases de datos.

Para poder coleccionar y consolidar la información primaria, principalmente (Tabla 1.), se diseñaron instrumentos (Anexo A), que permitieron identificar el estado actual de los servicios de aseo y limpieza en los diferentes municipios.

Tabla 1. Actividades desarrolladas para la recolección de información primaria.

Ítem	Actividad	Detalles de las actividades
1	Logística de las actividades.	- Confirmar el Municipio a visitar.
		- Verificar la disponibilidad de transporte.
		- Organizar formatos y listados de la actividad a realizar.
		- Corroborar la disponibilidad de las personas participantes en la actividad.
		- Verificar que los recursos físicos necesarios para desarrollar la actividad estén organizados.
2	Recolección de información	- Referenciar sitio de muestreo con GPS y cámara fotográfica.
		- Diligenciar los formatos de colecta de información.
3	Digitalización de datos y descarga de Waypoint y fotografías	- Organizar y digitación de los datos por municipio.
		- Descargar Waypoints y fotografías, organizarlos por actividad.

Fuente: El autor

Los instrumentos se entregaron a profesionales de la región que fueron previamente capacitados para el adecuado diligenciamiento de los mismos, y se procedió a efectuar

los recorridos pertinentes por cada municipio con el fin de coleccionar la informacion. Durante el recorrido se determinaron la distancia, la movilidad y el acceso, asi como la georreferenciacion y caracterizacion de los sitios de interes publico y los puntos criticos (fuentes de contaminacion y de proliferacion de vectores que causan enfermedades) existentes.

Todas las actividades de levantamiento de informacion primaria fueron acompanadas, adicionalmente, de registro fotografico y soporte de las visitas y reuniones realizadas.

2.4 DIAGNÓSTICOS.

Los diagnosticos fueron elaborados en concordancia con la metodologia y condiciones dispuestas en la Resolucion N° 754 de 2014. En cada caso, se usaron las categorias de analisis y diagnostico contempladas en la respectiva normativa o segun los casos de estudio consultados.

Para lograr este trabajo fue necesario hacer un analisis en cada uno de los componentes de la prestacion del servicio publico de aseo, desde el componente institucional, los servicios de recoleccion, transporte y barrido, aprovechamiento, lavado de vias y areas publicas, corte de cesped y poda de arboles, diagnostico del reciclaje, disposicion final, prestacion del servicio en la zona rural, residuos de la construccion y demolicion, residuos especiales y gestion del riesgo. Cabe aclarar que, en atencion a lo dispuesto en la mencionada Resolucion, para el desarrollo del estudio se excluyeron los residuos peligrosos y hospitalarios.

2.4.1 Diagnóstico Técnico-Operativo. El diagnostico tecnico-operativo se realizo mediante entrevistas a los prestadores del servicio acerca del manejo que se da a los residuos especiales y de construccion y demolicion, de acuerdo con la lista de chequeo de informacion de la Resolucion 754 de 2014 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

La información de barrido, lavado y poda de áreas públicas (vías, parques, zonas verdes y puntos críticos) entregada por cada una de las empresas prestadoras del servicio de aseo, fue complementada con el trabajo de georreferenciación de campo para validar los valores entregados por los prestadores en cada municipio y compilada en una matriz general de información que sirvió como fundamento en la toma de decisiones para la priorización de problemas.

2.4.1.1 Caracterización de los Residuos Sólidos. La caracterización de los residuos sólidos fue desarrollada según las recomendaciones de la Guía para caracterización de residuos sólidos domiciliarios propuesta por la Organización Panamericana de la Salud (OPS/CEPIS/04/IT-634, 2004).

En concordancia, la clasificación de los residuos sólidos se realizó en cada municipio de manera separada para cada uno de los sectores encontrados, así:

- Estrato 1.
- Estrato 2.
- Estrato 3.
- Estrato 4.
- Estrato 5.
- Estrato 6.
- Comercial.
- Industrial.
- Oficial.
- Plazas de mercado.
- Barrido.

La caracterización de los residuos sólidos demandó una serie de actividades que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Actividades desarrolladas para caracterizar los residuos sólidos urbanos en los municipios objeto de estudio.

Nº	Actividad	Detalles de la actividad
1.	Preparación logística.	a. Confirmar el sitio donde se realizará la caracterización.
		b. Organizar formatos y listados para la caracterización.
		c. Corroborar la disponibilidad de las personas participantes en la caracterización.
		d. Verificar disponibilidad de recursos físicos necesarios para desarrollar la actividad.
		e. Registrar la información del personal que participará en la caracterización.
		f. Correr lista de chequeo de preparación para caracterización.
2.	Recolección de muestras.	a. Determinar número de muestras a coleccionar.
		b. Guiar al responsable de la recolección de los residuos por la ruta establecida.
		c. Recolectar y georreferenciar las muestras de residuos en los centros o áreas de generación.
		d. Rotular las muestras según el código asignado a cada centro o área de generación.
		e. Llevar control de los centros o áreas de generación donde se recolectó el material.
		f. Llevar los materiales al sitio donde se va a realizar la caracterización.
3.		a. Pesar la muestra colectada por área de generación.
		b. Tabular la información.

Nº	Actividad	Detalles de la actividad
	Preparación de muestras para prueba de composición física.	c. Romper las bolsas con residuos y depositarlos sobre la superficie en donde se va a realizar la caracterización. d. Homogenizar la muestra con ayuda de una pala. e. Cuartear la muestra hasta reducirla a un 10% del tamaño inicial. f. Coordinar que el cuarteo se realice eficientemente. g. Recolectar y disponer adecuadamente los residuos del cuarteo luego de separar los recuperables.
4.	Separación de los residuos sólidos de muestras preparadas.	a. Preparar recipientes para cada tipo de residuo. b. Pesar los recipientes vacíos. c. Separar la muestra por tipo de residuo y depositarlo en el recipiente respectivo. d. Pesar cada recipiente con los residuos separados. e. Registrar en un formato apropiado los datos obtenidos.
5.	Organización del sitio de caracterización.	a. Disponer adecuadamente los residuos utilizados. b. Asear el sitio donde se realizó la caracterización.
6.	Elaboración de informe.	Elaborar informe de la caracterización.

Fuente: El autor

- Determinación del número de muestras. En concordancia con lo propuesto en OPS/CEPIS/04/IT-634 (2004), el muestreo utilizado fue de tipo aleatorio simple estratificado. De esta forma, a partir del número de usuarios reportados para cada sector, se determinó el número de muestras a coleccionar según la siguiente fórmula (Munch & Ángeles, 1990):

$$n = \frac{z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{e^2 (N-1) + z^2 \cdot p \cdot q} \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

n : tamaño de la muestra teórica en las mejores condiciones.

N : tamaño de la población de estudio.

z : nivel de confianza ($z = 1,96$ para un 95% de confiabilidad, según Tabla 3.).

p : probabilidad a favor (en este estudio se usó $p = 0,5$)

q : probabilidad en contra (con $q = 1-p$).

e : error de estimación ($e = 0,05$ para $z = 1,96$, según Tabla 3.)

Tabla 3. Valores de confianza usados para el cálculo del tamaño de la muestra.

Estadístico	Confiabilidad								
	95%	94%	93%	92%	91%	90%	80%	62,27 %	50%
z	1,96	1,88	1,81	1,75	1,69	1,65	1,28	1	0,674 5
z^2	3,841 6	3,534 4	3,276 1	3,062 5	2,856 1	2,722 5	1,638 4	1	0,455 0
e	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,2	0,37	0,5
e^2	0,002 5	0,003 6	0,004 9	0,006 4	0,008 1	0,01	0,04	0,1369	0,25

Fuente: Munch & Ángeles, (1990)

- Prueba de composición física de la muestra colectada. Los residuos colectados se colocaron en una zona pavimentada, o sobre un plástico grande, con la finalidad de no combinar los residuos con tierra. Las bolsas se rompieron y se formó una pila o torta por cada estrato o sector. Los residuos más voluminosos trozados hasta conseguir un tamaño manipulable (de 15 cm o menos) y se procedió a mezclar con la finalidad de homogenizar la muestra.

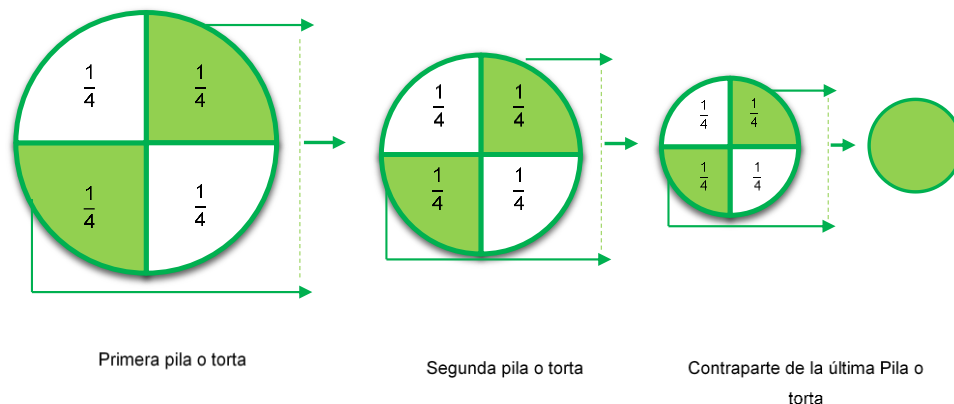
La reducción del tamaño de la muestra se hizo mediante la aplicación del método de cuarteo (Figura 3.), que consiste en dividir la muestra o torta en cuatro partes iguales y

escoger dos partes opuestas para formar una nueva pila o torta más pequeña. Este procedimiento se repitió hasta obtener una muestra cuarteada de alrededor de un 10% del tamaño inicial, es decir de unos 20 a 30 *kg*, en promedio.

Los componentes de la última pila o torta obtenida en el cuarteo fueron clasificados según:

- Papel y cartón
- Madera y follaje
- Material orgánico (restos de alimentos, podas, etc.)
- Plásticos

Figura 3. Representación gráfica del cuarteamiento de una muestra. El color verde representa la parte que se escoge para conformar la nueva muestra o torta.



Fuente: El autor

- Metales
- Vidrio
- Otros (caucho, cuero, tierra, etc.).

El peso del material clasificado fue determinado con ayuda de una balanza y registrado luego en una hoja electrónica del programa Excel 2016 para Windows, desde donde se realizaron los cálculos pertinentes.

- Determinación de la producción *per cápita* y total de residuos sólidos. La generación de residuos sólidos domiciliarios por sectores se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación (OPS/CEPIS/04/IT-634, 2004):

$$Wt = \sum (wi \cdot nu) \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

Wt: peso total (*kg/día*) de todos los sectores muestreados.

wi: peso total de las bolsas recogidas por sector o estrato (*kg/sector/día*)

nu: número de usuarios o usuarios del servicio por sector.

- Cálculo de población. Se calculó el total de la población en el muestreo en función del número de personas por vivienda y el número de usuarios, así (OPS/CEPIS/04/IT-634, 2004):

$$Nt = nu \cdot ni \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

Nt: total población según las proyecciones del DANE 2.005 – 2.020.

nu: número de usuarios.

ni: número de personas por vivienda.

Con Ec. 2 y Ec. 3, se procedió a calcular la producción *per cápita* total, así (OPS/CEPIS/04/IT-634, 2004):

$$PPC \text{ total} = \frac{(Wt)}{(Nt)} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

PPc total: producción *per cápita* (kg/hab/día)

Wt: peso total de todos los sectores.

Nt: población total

- Proyección de la producción per cápita futura. En la medida en que aumenta la población, la producción per cápita aumenta a razón de 0,5-1% anual (Collazos, 2005). Además, las pequeñas poblaciones se clasifican con un nivel de complejidad bajo (RAS, 2000). Para el caso de estudio, y de acuerdo con las recomendaciones de Collazos (2005), se tomó una tasa de producción de residuos estándar del 0,6% y se calculó la producción per cápita futura, así (OPS/CEPIS/04/IT-634, 2004):

$$PPC_f = PPC_{total}(1+s)^n \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

PPC_f: producción *per cápita* futura.

PPC_{total}: producción *per cápita* total.

s: tasa de producción de residuos (en este estudio se usó 0,6%).

n: intervalo de años

- Determinación de la generación futura de residuos. Para determinar la generación futura de residuos fue necesario proyectar la población de acuerdo con la tasa anual de crecimiento correspondiente a cada municipio determinada por el DANE, y el nivel de complejidad (Tabla 4.) recomendado en el Título F de RAS (2000). En el presente estudio se consideró un nivel de complejidad Medio-Alto y una progresión geométrica.

Tabla 4. Criterios recomendados para proyectar la población según el nivel de complejidad. En negrilla, el nivel del complejidad usado para este estudio.

Nivel de Complejidad	Población en la zona urbana (hab)	Capacidad económica de usuarios	Progresión	
			Aritmética	Geométrica
Bajo	Hasta 2.500	Baja	✓	✓
Medio	De 2.501 a 2.500	Baja	✓	✓
Medio-Alto	De 12.501 a 60.000	Media		✓
Alto	Desde 60.001	Alta		✓

Fuente: RAS, (2000)

La población se proyectó mediante la siguiente formula de crecimiento exponencial (OPS/CEPIS/04/IT-634, 2004):

$$Pd = Pa(1 + r)^t \quad \text{Ec. 6}$$

Dónde:

Pd: población proyectada al año requerido.

Pa: población del año actual.

R: tasa de crecimiento.

T: período en años.

- Análisis de valores sospechosos. El análisis de valores sospechosos se efectuó sobre los datos de generación de residuos *per cápita*. Según OPS/CEPIS/04/IT-634 (2004), en una prueba para una distribución normal estándar, cuando las observaciones sospechosas son mayores que el valor absoluto del nivel de confianza (1,96 en este estudio) se consideran extrema y deben ser eliminadas. Las observaciones sospechosas se obtienen mediante la expresión (OPS/CEPIS/04/IT-634, 2004):

$$Zc = \frac{X - X_i}{S} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

Z_c : valor sospechoso.

X : promedio de PPC.

X_i : valor de PPC.

S : desviación estándar.

2.4.1.2 Cobertura de barrido, lavado, corte de césped y poda de áreas públicas. Inicialmente, se revisaron los sistemas de información geográfica que hacen parte de los esquemas o planes de ordenamiento territorial de los municipios objeto de estudio, con el fin de determinar la infraestructura vial y las áreas públicas en cada uno de ellos. Adicionalmente, se cargó la información presentada por los operadores sobre los porcentajes de cobertura de los servicios de barrido, lavado, corte de césped y poda de árboles en áreas públicas.

La información colectada en la fase de oficina fue luego confirmada en campo. Para ello se midieron las vías cubiertas por los operadores, se realizó un censo de los árboles en cada municipio y se determinó la existencia, o no, de áreas públicas susceptibles de lavado y corte de césped. Estas actividades se hicieron de acuerdo con los lineamientos sugeridos en la Resolución N° 754 de 2014 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Cabe aclarar que, de acuerdo con la Resolución tarifaria vigente (Resolución CRA N° 151 de 2001), las actividades de lavado, corte de césped y poda de árboles no son vinculantes para pequeños prestadores de servicio de aseo (con cobertura a menos de 5000 usuarios), hecho que se tuvo en cuenta al momento de priorizar los problemas en la gestión de residuos sólidos de cada municipio.

2.4.2 Diagnóstico Socio-Ambiental. Se ubicaron los actuales y potenciales sitios de disposición final, rellenos sanitarios, botaderos cielo abierto y puntos críticos de permanente contaminación por residuos domiciliarios, de la construcción y demolición

(escombros). Se analizó el estado actual de cada uno frente a los compromisos con la autoridad ambiental, estado de licencias ambientales, cierres de botaderos y construcciones de nuevos rellenos.

En cada sitio de disposición final, se registraron los siguientes datos:

- Ubicación – dirección.
- Área estimada.
- Georreferenciación.
- Propiedad del predio (municipal o privada).
- Zona de emplazamiento (rural o urbana).
- Tipo de residuos (podas, escombros, llantas, inservibles, domésticos, otros).
- Revisión de permisos ambientales y estado del cumplimiento de las obligaciones impuestas por la autoridad ambiental.

Paralelamente, se determinó el estado del arte en manejo y cantidad de materiales reciclables, orgánicos y sus alternativas según la generación y posibilidades de comercialización, la cantidad de bodegas de reciclaje existentes y el número de recicladores, sus condiciones de trabajo y sus expectativas frente a los proyectos de inclusión. Con estos datos se determinó el potencial departamental de reciclaje y aprovechamiento de sus residuos sólidos.

La cantidad de bodegas y recicladores se determinó mediante un censo en cada uno de los municipios en estudio, que fue aprovechado para hacer preguntas personales, comerciales y económicas de la labor a la que se dedican.

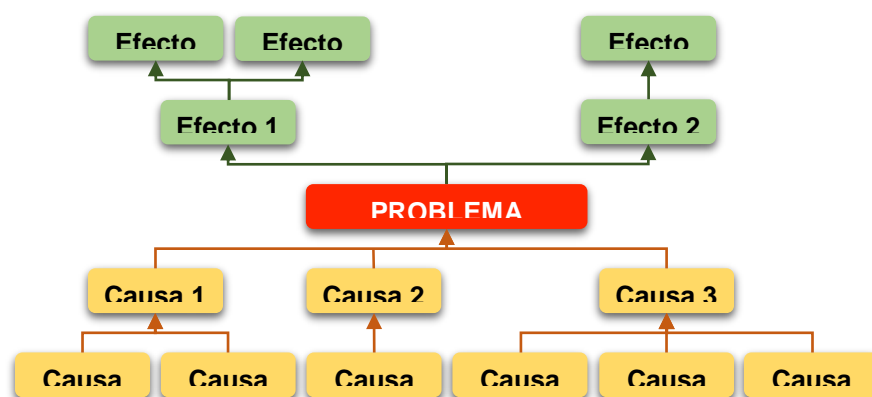
2.5 ÁRBOL DE PROBLEMAS

La metodología de la elaboración del árbol de problemas (Figura 4) se utilizó como ayuda para estructurar un programa o proyecto de modo que exista una lógica a la hora de plantear el mismo para la solución de un problema. En este caso, el árbol de problemas ayudó a que existiera una lógica a la hora de identificar las alternativas para mejorar la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en el departamento de Meta. El esquema se elaboró a partir de la información consignada en el diagnóstico realizado sobre la prestación del servicio de aseo en los municipios del departamento de Meta objeto de estudio.

Para la elaboración del árbol de problemas, se siguieron los pasos sugeridos en el esquema metodológico de la Resolución N° 754 de 2014 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

- Identificación del problema.
- Determinación de las causas del problema.
- Determinación de los efectos que causa el problema.

Figura 4. Esquema explicativo de un árbol de problemas.



Fuente: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2014).

El árbol de problemas de cada uno de los municipios objeto de estudio fue construido mediante mesas de trabajo interdisciplinarias, en donde participaron, además de la autoridad ambiental, las empresas de servicios públicos, y los representantes de las administraciones municipales, del gremio reciclador, del sector productivo y del sector institucional oficial. Estas mismas mesas de trabajo contribuyeron luego a la consolidación de los árboles de problemas municipales en un solo árbol de problemas regional.

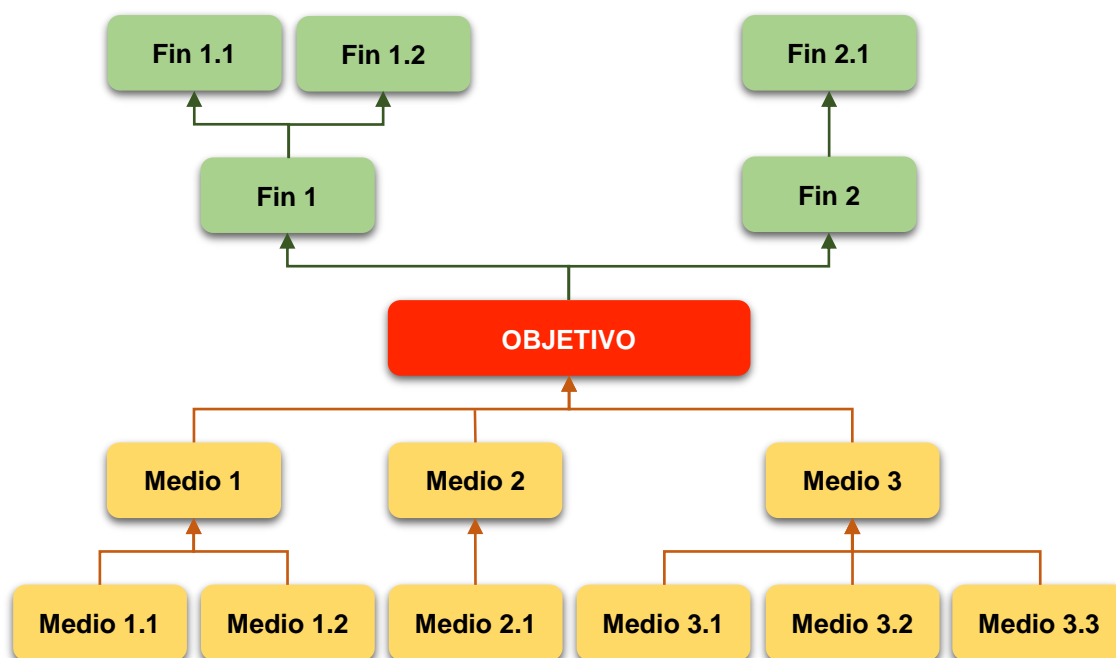
2.6 ÁRBOL DE OBJETIVOS

La metodología de la elaboración del árbol de objetivos (Figura 5), se construyó con base en situaciones contrarias a las indicadas en el árbol de problemas, ya que este representa el desarrollo de la situación una vez que se logre resolver el problema.

Para la elaboración del árbol de objetivos del presente estudio también se siguieron los pasos sugeridos en el esquema metodológico de la Resolución N° 754 de 2014 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014):

- Análisis de la incidencia en la solución del problema; se usaron las mayores priorizaciones.
- Verificación de interdependencias y acciones complementarias.
- Definición de alternativas y verificación de su factibilidad.

Figura 5. Esquema explicativo de un árbol de objetivos.



Fuente: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2014).

Al igual que en el caso del árbol de problemas, el árbol de objetivos fue construido mediante el apoyo de las mesas de trabajo interdisciplinarias por cada municipio, hasta la consolidación de un solo árbol regional.

2.7 PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS.

Teniendo en cuenta el nivel de importancia de los problemas y que no es posible enfrentarlos todos al mismo tiempo, era necesario identificar y enfocarse en los problemas críticos y solucionables en el corto tiempo de ejecución de los PGIRS (4 años iniciales), pero la Resolución N° 754 de 2014 carece de un esquema metodológico para priorizar los problemas.

Por esta razón, fue necesario elaborar un instrumento de calificación y priorización de problemas, con criterios específicos, que permita hacer una evaluación a fin de plantear las medidas estratégicas para un manejo integral de los residuos. En este sentido, se

diseñó una tabla dinámica que funcionara como herramienta de evaluación multicriterio y permitiera valorar en conjunto cada uno de los problemas identificados en el árbol de problemas, con el fin de conocer la importancia de su atención y solución, con lo cual se hace un aporte metodológico para identificación y calificación de los problemas.

La herramienta diseñada para la evaluación de los problemas tuvo en cuenta cuatro factores basados en los criterios de evaluación de proyectos de la reciente Resolución del RAS 0330, del 08 de junio de 2017, y la Resolución N° 0754 de 2014:

- Económico. Disponibilidad de recursos monetarios o financieros para la ejecución de una actividad que permita solucionar el problema.
- Técnico. Condiciones necesarias que debe cumplir para la ejecución de una actividad que mejore las condiciones actuales.
- Ambiental. La afectación de los recursos naturales y del medio ambiente, debido a la ejecución de actividades tendientes al manejo integral de los residuos sólidos.
- Social. Participación de la comunidad del municipio, en general, que se puede ver afectada o beneficiada con la implementación de una actividad en particular.

Cada uno de estos factores considera diferentes criterios de evaluación (Tabla 5.).

Al igual que en los casos anteriores, la ponderación de los factores (Tabla 6.) se hizo mediante mesas interdisciplinarias con participación de la autoridad ambiental, las empresas de servicios públicos, representantes de las administraciones municipales, gremio reciclador, representantes del sector productivo y del sector institucional oficial.

Los criterios de cada factor fueron evaluados con las letras S, N y NA (SI, NO, y NO APLICA, respectivamente) según los resultados obtenidos en el diagnóstico, la línea base o la información primaria documental.

Tabla 5. Criterios que contemplan cada uno de los factores de evaluación utilizados en el proceso de priorización de problemas.

Factor	Criterio de evaluación
Económico	<ol style="list-style-type: none"> 1) Disponibilidad de recursos 2) Viabilidad de operación. 3) Costos por mantenimiento. 4) Costos ambientales. 5) Costos por estudios complementarios. 6) Altos costos de inversión. 7) Capacidad de pago de la población.
Técnico	<ol style="list-style-type: none"> 1) Capacidad técnica. 2) Infraestructura. 3) Competencias y mano de obra.
Ambiental	<ol style="list-style-type: none"> 1) Riesgos ambientales. 2) Impacto ambiental. 3) Beneficios ambientales. 4) Usos del suelo. 5) Permisos.
Social	<ol style="list-style-type: none"> 1) Aceptabilidad del proyecto. 2) Aumento de cobertura. 3) Incremento de población beneficiada. 4) Población rural.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, (2017) y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014).

Tabla 6. Ponderación de los factores usados para la priorización de los problemas encontrados en los municipios objeto de estudio.

Factor	Ponderación (%)
Económico	40
Técnico	20
Ambiental	20
Social	20
	100

Fuente: El autor

Cada una de estas letras genera una operación sobre el valor asignado en el criterio en la tabla dinámica (Tabla 7.), así:

- S = suma (+), excepto cuando el criterio tiene una connotación “Negativa”, es decir, cuando el criterio afecta negativamente o dificulta la solución al problema, en cuyo caso resta.
- N = resta (-), excepto cuando el criterio tiene una connotación “Negativa”, es decir, cuando el criterio afecta negativamente o dificulta la solución al problema, en cuyo caso suma.
- NA = convierte la ponderación del criterio en cero (0) y se distribuye su valor de ponderación entre los demás criterios del factor.

Tabla 7. Operaciones introducidas a la tabla dinámica utilizada como herramienta para priorizar los factores problema en el presente estudio.

Factor/criterio	Ponderación (%)	Connotación	Evaluación		
			S	N	NA
Económico	40,00[†]				
1. Disponibilidad de recursos	5,71 [‡]	Positiva	+	-	0
2. Viabilidad de operación	5,71	Positiva	+	-	0
3. Costos por mantenimiento	5,71	Negativa	-	+	0
4. Costos ambientales	5,71	Negativa	-	+	0
5. Costos por estudios complementarios	5,71	Negativa	-	+	0
6. Altos costos de inversión	5,71	Negativa	-	+	0
7. Capacidad de pago de la población	5,71	Positiva	+	-	0
Técnico	20,00				
1. Capacidad técnica	6,67	Positiva	+	-	0
2. Infraestructura	6,67	Positiva	+	-	0
3. Competencias y Mano de obra	6,67	Positiva	+	-	0
Ambiental	20,00				
1. Riesgos ambientales	4,00	Negativa	-	+	0
2. Impacto ambiental negativo	4,00	Negativa	-	+	0
3. Beneficios Ambientales	4,00	Positiva	+	-	0
4. Usos del suelo	4,00	Positiva	+	-	0
5. Permisos	4,00	Positiva	+	-	0
Social	20,00				
1. Aceptabilidad del proyecto	5,00	Positiva	+	-	0
2. Aumento de Cobertura	5,00	Positiva	+	-	0
3. Incremento población beneficiada	5,00	Positiva	+	-	0
4. Población Rural	5,00	Positiva	+	-	0
TOTAL	100,00				

La calificación podrá ser S: Si; N: No; NA: No Aplica.

[†]: Según lo definido en la Tabla 6..

‡: La ponderación de cada criterio es equitativa, excepto cuando la calificación sea NA, en cuyo caso la ponderación será cero (0) para el criterio y el valor que tenía se distribuye entre los otros criterios del factor.

Fuente: El autor

Cuando se hace la evaluación de los criterios, la tabla dinámica se actualiza en forma automática y calcula el porcentaje total de cada problema. Si este porcentaje total es mayor o igual a 70%, se considerará que se trata de un problema crítico que se debe priorizar.

2.8 ALTERNATIVA DE GESTIÓN

Una vez identificados y priorizados los problemas, se procedió a proponer al grupo interdisciplinario de trabajo una alternativa de gestión o posible solución al problema más recurrente o de mayor impacto encontrado en los municipios, orientado a lograr la mejor estrategia que permitiera cumplir con los requerimientos ambientales normativos y las metas de los PGIRS. Es decir, una propuesta que busca esquemas operativos más eficientes, que se beneficien de las economías de escala, que tengan visión regional y que, finalmente, aumenten la cobertura de manera eficiente y eficaz, con un servicio de calidad sin afectar el medio ambiente.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.

En las definiciones de la normativa colombiana, un residuo es

Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005, p. 1)

En comparación con la anterior definición, la normativa argentina define como residuos sólidos domiciliarios aquellos elementos, objetos o sustancias generados como consecuencia del consumo o el desarrollo de actividades humanas y cuyo destino sea desecho o abandono, “sea su origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con exclusión de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas”. (Vesco, 2006, p. 70)

En la cantidad y calidad de los residuos que se generan diariamente intervienen, fundamentalmente, tres variables (Jaramillo, 1999).

- La condición socioeconómica de la población. Por lo general, los sectores de mayor poder adquisitivo son los generadores de la mayor cantidad de residuos.
- La cantidad de habitantes que conforman ese tejido urbano, su distribución y la planificación del uso del suelo.
- Los diferentes hábitos de consumo y sistemas de producción.

3.2 GESTIÓN MUNDIAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.

Dentro de la gestión integral de residuos se reúne todo tipo de acción política, normativa, operativa, financiera, social, de seguimiento y monitoreo para la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos sólidos, que busque beneficios ambientales, económicos y sociales, de acuerdo con las necesidades y circunstancias de la región donde se implante (Ramírez, 2013).

Entre las principales alternativas de aprovechamiento de los residuos antes de su disposición final, se pueden mencionar el compostaje, reciclaje y tratamiento térmico, incluyendo en algunos casos técnicos el aprovechamiento energético de los desechos (Jaramillo & Zapata, 2008). Si bien estas actividades son todavía incipientes en América Latina y el Caribe (ALC), son ampliamente usadas en los países desarrollados. El tratamiento de los residuos es más factible a partir de su separación. En la actualidad, el reciclaje formal en plantas de separación es casi inexistente en ALC. El reciclaje informal, por su parte, está muy extendido, pero se desconocen con precisión las cantidades recicladas. El compostaje emprendido en numerosas oportunidades en ALC podría recibir un fuerte impulso con el uso de fondos de carbono (Banco Interamericano de Desarrollo & Organización Panamericana de la Salud, 1997).

Por su parte, los países europeos fundamentan su gestión en la política de desarrollo sostenible, con unos principios claros que determinan la prevención, recuperación y disposición final como la jerarquía de operación a seguir en la gestión de residuos (Barradas, 2009). Lo anterior es soportado por la directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, en donde se destaca que el primer objetivo de cualquier política en materia de residuos debe ser reducir al mínimo los efectos negativos de la generación y la gestión de los residuos para la salud humana y el medio ambiente, teniendo como ejes reducir el uso de recursos y favorecer la aplicación práctica de la jerarquía de residuos. (Real, 2016).

3.3 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN COLOMBIA.

3.3.1 Composición de los Residuos Sólidos Domiciliarios. Los residuos sólidos domiciliarios (RSD) en Colombia están compuestos por material orgánico, plásticos, vidrio, papel y cartón, principalmente. Sin embargo, estas características varían de acuerdo con las condiciones geográficas y económicas de la población, con tendencia al aumento de la fracción orgánica en las poblaciones con menores recursos y aquellas distante a las capitales departamentales (Arrieta, 2008).

3.3.2 Marco legal de la Gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios. En Colombia se han adoptado históricamente numerosas normas que se refieren a la gestión de los RSD (Tabla 8.). Dichas normas permiten inferir que el origen de la gestión de los RSD en el país se dio desde la expedición del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto-Ley 2811 de 1974) y del Código Sanitario Nacional (Ley 9 de 1979).

Tabla 8. Marco legal que ha determinado históricamente la gestión integral de los residuos sólidos domiciliarios en Colombia.

Constitución Política de Colombia (1991).
1. Artículo 311. Responsabilidad del Municipio.
2. Artículo 333. Actividad económica de iniciativa privada.
3. Artículo 365. Servicios públicos inherentes a la finalidad social del Estado.
4. Artículo 366. Finalidad Social del Estado.
5. Artículo 367. SPD Reserva de Ley, el Municipio los puede prestar directamente.
6. Artículo 370. Corresponde a la SSPD el control, supervisión y vigilancia.
Leyes.
1. Ley 9 de 1979. “Por el cual se dictan medidas sanitarias”.
2. Ley 99 de 1993. “Por medio de la cual se crea el Sistema Nacional SINA y el Ministerio del Medio Ambiente”.
3. Ley 115 de 1994. “Por el cual se expide la ley general de Educación”.

-
4. Ley 142 de 1994. “Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”.
 5. Ley 136 de 1994. “Por el cual se dictan normas tendientes a modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios”.
 6. Ley 388 de 1997. “Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989 y la ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones”.
 7. Documento de Política para la gestión Integral de Residuos sólidos emitido por el Ministerio del Medio Ambiente MMA 185 (1998). Política para la gestión Integral de Residuos sólidos.
 8. Ley 689 de 2001. “Por la cual se modifica parcialmente la ley 142 de 1994”.
 9. Ley 1151 de 2007. “Por el cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010”.
 10. Ley 1252 de 2008. “Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones”.
 11. Ley 1259 de 2008. “Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones”.
 12. Ley 1450 de 2011. “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014”.
 13. Ley 1523 de 2012. “Por la cual se adopta la política Nacional de Gestión del Riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”.
 14. Ley 1537 de 2012. “Por la cual se dictan normas tendientes a facilitar y promover el desarrollo urbano y el acceso a la vivienda y se dictan otras disposiciones”.
 15. Ley 1672 de 2013. “Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de Gestión Integral de Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y se dictan otras disposiciones”.
 16. Ley 1753 de 2015. “Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 Todos por un nuevo País”.
-

Decretos.

1. Decreto Ley 2811 de 1974. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
2. Decreto 1743 de 1994. “Define la institucionalización del proyecto de educación ambiental para todos los niveles de la educación formal y no formal”.
3. Decreto 1609 de 2002. “Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera”.
4. Decreto 1713 de 2002. “Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos” (DEROGADA).
5. Decreto 4741 de 2005. “Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”.
6. Decreto 3695 de 2009. “Por medio del cual se reglamenta la Ley 1259 de 2008 y se dictan otras disposiciones (Comparendo ambiental)”.
7. Decreto 178 de 2012. “Por el cual se establecen medidas relacionadas con la sustitución de vehículos de tracción animal”.
8. Decreto 2981 de 2013. “Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo”.
9. Decreto 351 de 2014. “Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades”.
10. Decreto 1076 de 2015. “Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”.
11. Decreto 1077 de 2015. “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”.

Resoluciones.

1. Resolución 541 1994. “Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”.
-

-
2. Resolución 1096 de 2000, expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico. “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS”.
 3. Resolución CRA 151 de 2001. Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.
 4. Resolución CRA 315 de 2005. “Por medio de la cual se establecen las metodologías para clasificar las personas de acueducto, alcantarillado y aseo de acuerdo con un nivel de riesgo”.
 5. Resolución CRA 351 de 2005. “Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo que atienden en municipios de más de 5.000 usuarios en áreas urbanas, la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones”.
 6. Resolución 371 de 2009. “Por la cual se establecen los elementos que deben ser considerados en los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos-consumo de Fármacos o Medicamentos Vencidos”.
 7. Resolución 372 de 2009. “Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos-consumo de Baterías Usadas Plomo Ácido, y se adoptan otras disposiciones”.
 8. Resolución 1457 de 2010. “Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se adoptan otras disposiciones”.
 9. Resolución 1297 de 2010. “Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones”.
 10. Resolución 1511 de 2010. “Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones”.
 11. Resolución 1512 de 2010. “Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos y se adoptan otras disposiciones”.
-

-
12. **Resolución 1675 de 2013. “Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos-consumo de Plaguicidas”.**
 13. **Resolución 0754 de 2014. “Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos”.**
 14. **Resolución 720 de 2015. ““Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de más de 5.000 usuarios en áreas urbanas”.**
 15. **Resolución 0288 de 2015. “Por la cual se establecen los lineamientos para la formulación de los Programas de Prestación del Servicio Público de Aseo”.**
 16. **Resolución 276 de 2016. “Por la cual se reglamentan los lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y del régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio acorde con lo establecido en el Capítulo 5 del Título 2 de la parte 3 del Decreto número 1077 de 2015 adicionado por el Decreto número 596 del 11 de abril de 2016.**
-

Documentos del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES).

1. **CONPES 3463 de 2007. Planes departamentales de agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.**
 2. **CONPES 3530 de 2008. lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos.**
 3. **CONPES 3810 de 2014. Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural.**
 4. **CONPES 3874 de 2016. Política nacional para la gestión integral de los residuos sólidos.**
-

Fuente: El autor

En la regulación del servicio público de aseo, la Ley 142 de 1994 describe las metas de cobertura, calidad y continuidad para las actividades básicas de recolección, transporte,

barrido, disposición final y transferencia. Esta Ley fue modificada parcialmente por la Ley 689 de 2001, que incorporó actividades complementarias de lavado de vías y áreas públicas, poda de árboles y corte de césped cestas públicas, limpieza de playas y zonas ribereñas, soportadas tarifariamente solo para prestadores que atienden municipios con más de 5.000 usuarios, considerados grandes prestadores según la Resolución 720 de 2015. En el caso de los municipios con menos de 5000 usuarios, sigue vigente la Resolución CRA 151 de 2001, que no contempla la remuneración por actividades complementarias.

Con la expedición de la Constitución Política de Colombia de 1991, se lograron avances normativos importantes en la reglamentación y políticas en el manejo de los RSD, entre los que se encuentran la Ley 99 de 1993 y la Ley 142 de 1994. Estas dos Leyes permitieron implantar un marco institucional para el desarrollo empresarial del servicio público domiciliario de aseo, con el fin de asegurar una prestación eficiente, bajo la responsabilidad de los municipios y distritos. En la Ley 142 de 1994 se determinó el horizonte de la gestión de los RSD y se estipuló en uno de los objetivos específicos la promoción de formas adecuadas de disposición final, incluidos los impactos ambientales en las fases de clausura y postclausura de los sistemas de tratamiento (Ley 99 de 1993, Ley 142 de 1994).

Posteriormente, las regulaciones se han dado a través de Decretos y Resoluciones que han servido para definir el marco metodológico de la gestión integral de los residuos sólidos generados en el país (Olivero, 2010). Entre estas normas se encuentran el Decreto 1713 de 2002 y la Resolución 1045 de 2003, por medio de las cuales se introdujo un instrumento de planificación del sector, denominado “Plan (Regional o Local) de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS”, en el cual las entidades territoriales se comprometen a establecer estrategias, programas y proyectos sostenibles a corto, mediano y largo plazo (Decreto 1713 de 2002, Resolución 1045 de 2003).

En el año 2014, los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de Vivienda, Ciudad y Territorio expidieron la Resolución 0754 de 2014, por la cual se adoptó la

metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los PGIRS, la cual fue tomada como referencia para la elaboración del presente documento. En dicha resolución se estipula que los PGIRS son instrumentos que deben elaborar las Alcaldías Municipales, con el fin de planear y definir los objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos en el manejo y aprovechamiento de los RSD, de tal forma que permitan garantizar el mejoramiento continuo del manejo de los mismos y la prestación del servicio de aseo al nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición de resultados (Resolución 0754 de 2014).

Al comparar el decreto 1713 de 2002 frente a la resolución 0754 de 2014, se encuentran grandes diferencias, tales como la cantidad de programas que aumenta a 13, lo cual le da al programa de aprovechamiento la máxima importancia. También ocurre un cambio en la metodología para la formulación de los programas con la que se busca que los proyectos tengan definida su viabilidad financiera e institucional. Los niveles de especificidad en la información son más exigentes en la Resolución 0745 de 2014. Por último, se incluye la evaluación del PGIRS actual para verificar cumplimiento y así aprender y corregir errores en anteriores sistemas (Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 2015).

En forma reciente, la política nacional para la gestión integral de los RSD (documento CONPES 3874 de 2016) propone el cambio del antiguo modelo lineal (más conocido como rellenos sanitarios) hacia una economía circular, mediante la cual se pretenden implantar estrategias que incentiven con mayor fuerza la minimización de los RSD, con fines de aumento de la vida útil de los sitios de disposición final, así como el uso de estrategias de regionalización, reutilización, tratamiento y aprovechamiento de los residuos con fines de valorización.

La evolución normativa y regulatoria, ha permitido avances en el manejo y operación del servicio público de aseo, aumento y mejoramiento en la calidad, cobertura y la continuidad del servicio, la entrada de operadores especializados, la transferencia de conocimiento, el fortalecimiento empresarial, el cierre de botaderos y la tecnificación en

la disposición final, entre otros, dinámica que muestra logros en los compromisos internacionales adquiridos por Colombia en el marco de la participación en la Agenda 21 y, más recientemente, en el ingreso a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OCDE).

3.3.3 Gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el Departamento de Meta. El gestor operador del plan departamental de aguas EDESA S.A E.S.P. formuló en el año 2009 los PGIRS para los 19 municipios objeto de estudio, con el fin de dar cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 8° del Decreto 1713 de 2002, respecto a la responsabilidad en la elaboración y ejecución de estos planes. No obstante, con la entrada en vigencia del Decreto 2981 de 2013 y la Resolución N° 0754 de 2014, las Alcaldías Municipales fueron obligadas a revisar sus PGIRS según los nuevos términos de referencia.

Se organizaron mesas de trabajo conjunto entre las Alcaldías, CORMACARENA y EDESA S.A. E.S.P., orientadas a la revisión del cumplimiento de las metas según los cronogramas de inversiones establecidos y las obras finalmente ejecutadas. Al final del proceso se identificó un rezago por parte de los gobiernos locales en el cumplimiento de lo relativo a la actualización de los PGIRS municipales, hecho que incidió en la necesidad de comenzar por actualizar los planes de 19 de los municipios enmarcados en el Plan Departamental de Agua (PDA) del departamento de Meta.

Se convocó entonces el Concurso de Méritos N° 004 de 2015, estructurado por EDESA S.A. E.S.P. para adelantar la mencionada consultoría. De acuerdo con la definición técnica para satisfacer la necesidad del concurso, se actualizarían los PGIRS de 19 municipios del departamento de Meta según los componentes del servicio definidos en la Resolución N° 0754 de 2014, tanto en el casco urbano como en el sector rural, en las modalidades del servicio ordinario y especial, a través de los cuales se manejan y disponen los residuos sólidos generados en la jurisdicción de la entidad territorial (SECOP s/f). La consultoría surgida para actualizar los PGIRS municipales sirvió de soporte para coleccionar la información que sirvió para la realización del presente estudio.

4. RESULTADOS

4.1 DIAGNÓSTICO

Una vez obtenida y analizada la información recogida en campo y la suministrada por los municipios, fue posible establecer un diagnóstico de las condiciones actuales del servicio prestado por las empresas del servicio público de aseo del departamento de Meta. La información recolectada hace referencia a distintos ámbitos dentro de la prestación del servicio, tales como el técnico-operativo y socio ambiental.

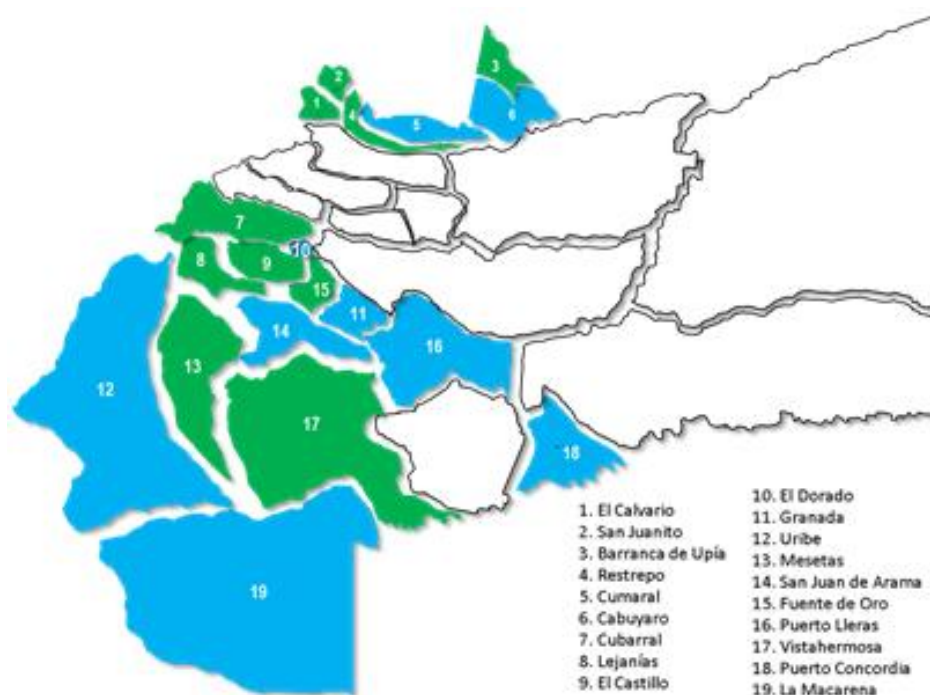
4.1.1 Generalidades de los Prestadores-Operadores del Servicio Público de Aseo.

4.1.1.1 Operadores del Servicio Público de Aseo. El servicio público de aseo es prestado principalmente por EDESA, S.A. E.S.P., que hace presencia en 9 de los 19 municipios en estudio. En los municipios restantes, el servicio es prestado por empresas locales de servicios públicos (Figura 6.).

4.1.1.2 Recursos Humanos y Equipos. En total, se encontraron 166 personas involucradas directamente en la prestación del servicio de aseo en los 19 municipios estudiados (Tabla 9.). Se tuvo en cuenta todo el personal implicado en los diferentes servicios, que van desde operadores de los diferentes vehículos hasta los diferentes administrativos encargados de diferentes tareas.

Del total de la flota vehicular dedicada a la recolección (20), se encontró que el 85% estaba en buenas condiciones para prestar el servicio de manera adecuada y eficiente, ya que cada camión puede recolectar entre 10 y 16 toneladas de residuos sólidos por viaje. No obstante, dos de estos vehículos tienen uso compartido en algunos municipios, como en el caso de Puerto Rico-Puerto Concordia y Fuente de Oro-Puerto Lleras.

Figura 6. Mapa de operación de las empresas prestadoras del servicio de aseo en el departamento de Meta.



■ Operado por empresa de servicios públicos local ■ Operado por EDESA S.A.

Fuente: El autor

Tabla 9. Recursos humanos y mecánicos con los que se presta el servicio público de aseo en los 19 municipios estudiados del departamento de Meta.

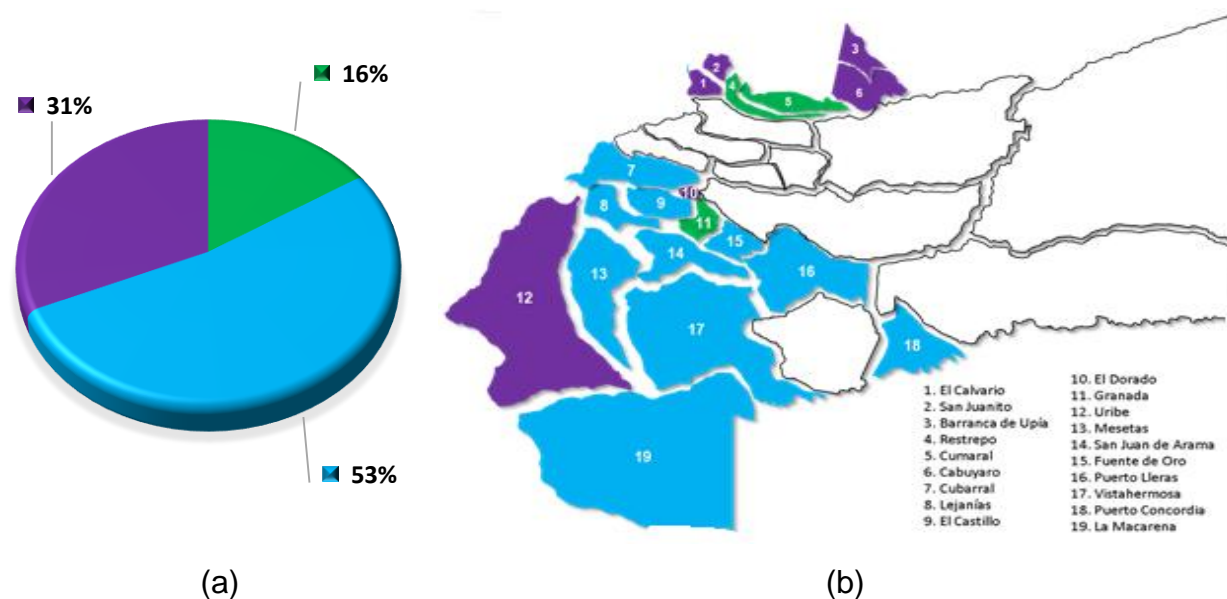
Recurso		Cantidad
Auxiliar de recolección		49
Auxiliar de barrido		76
Conductores		22
Coordinadores		19
Subtotal	Recursos	166
Humanos		
Compactador		16
Turbo		1
Volquetas		3

Recurso	Cantidad
Subtotal Equipos	20
Vehículos en buen estado	17
Vehículos en mal estado	3
Subtotal vehículos	20

Fuente: El autor

4.1.1.3 Número de Usuarios. Se observó que más del 50% de municipios cuentan con un número de usuarios entre 1.000 y 3.999, seguido de un 30% de municipios que no superan los 1.000 usuarios (Figura 7). Esto es debido a que se trata de municipios relativamente pequeños, a excepción de los municipios de Granada, Restrepo y Cumaral que sobresalen por número de usuarios (Tabla 10.). Por esta razón, las empresas públicas que atienden el servicio de aseo se consideran pequeñas prestadoras (menos de 5.000 usuarios).

Figura 7. Distribución de los municipios objeto de estudio según el número aproximado de usuarios que hacen uso del servicio de recolección de residuos sólidos. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.



■ Más de 4.000 usuarios ■ Entre 1.000 y 3.999 usuarios ■ Menos de 1.000 usuarios

Fuente: El autor

Tabla 10. Número de usuarios y población urbana en cada uno de los 19 municipios objeto de estudio.

Nº	MUNICIPIO	USUARIOS URBANOS	POBLACIÓN URBANA
1.	Granada	26.911	99.570,7
2.	Restrepo	5.651	20.908,7
3.	Cumaral	4.532	17.674,8
4.	Vista Hermosa	2.454	8.589,0
5.	Fuente de Oro	2.380	9.044,0
6.	Cubarral	1.844	6.822,8
7.	Mesetas	1.696	5.257,6
8.	Macarena	1.619	6.864,6
9.	Lejanías	1.579	6.000,2
10.	San Juan de Arama	1.400	5.460,0
11.	Puerto Lleras	1.318	5.140,2
12.	El Castillo	1.292	4.651,2
13.	Puerto Concordia	1.234	4.319,0
14.	Cabuyaro	982	3.633,4
15.	Barranca de Upía	912	3.374,4
16.	La Uribe	562	2.248,0
17.	El Dorado	473	1.892,0
18.	San Juanito	0	737,0
19.	El Calvario	0	808,0
		56.839	212.995,6

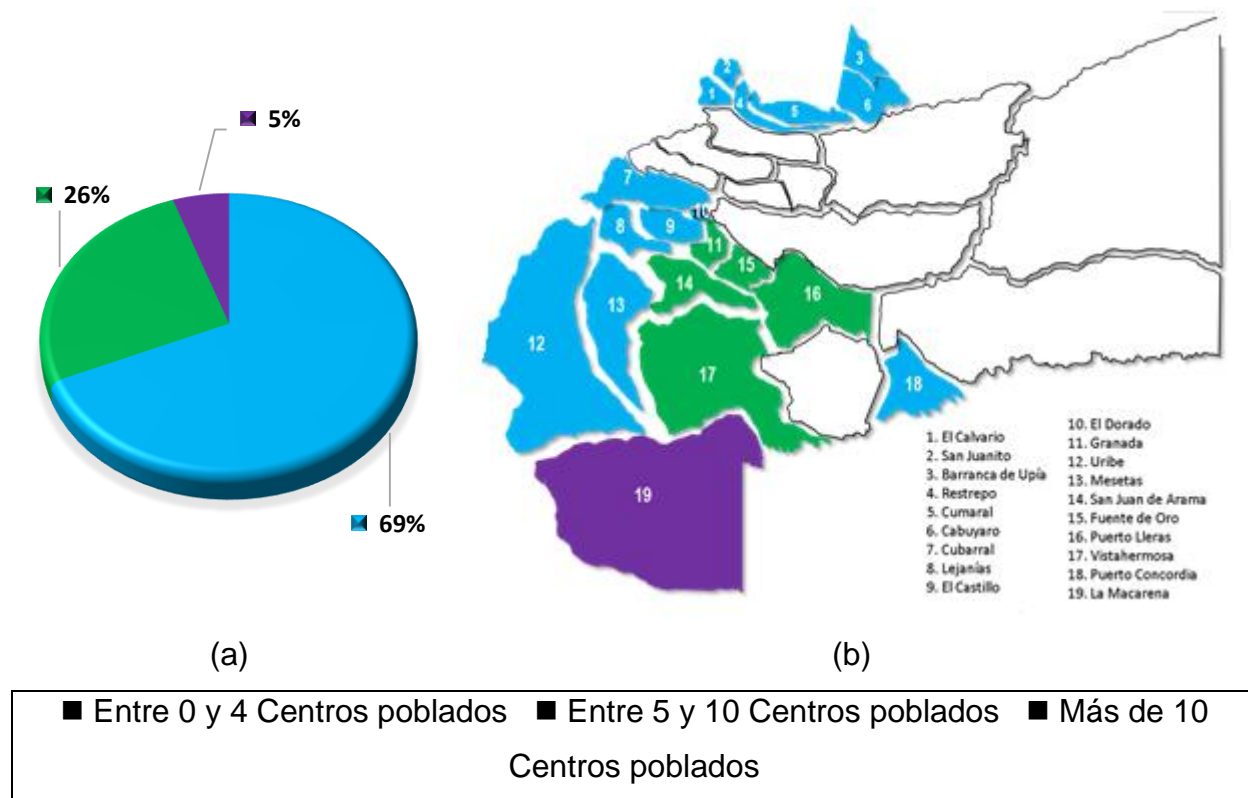
Fuente: El autor

4.1.1.4 Número de Centros Poblados. Si se tiene en cuenta el concepto de centro poblado definido por el DANE, La Macarena es el municipio con mayor número de centros poblados, hecho que puede obedecer a su extensa área rural.

En términos generales, se puede observar que la tendencia en la mayor parte de los municipios es a formar pocos centros poblados, pues 12 de los 19 municipios cuentan con cuatro o menos centros poblados (

Figura 8.).

Figura 8. Distribución de los municipios objeto de estudio según el número de centros poblados en cada uno de ellos. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.



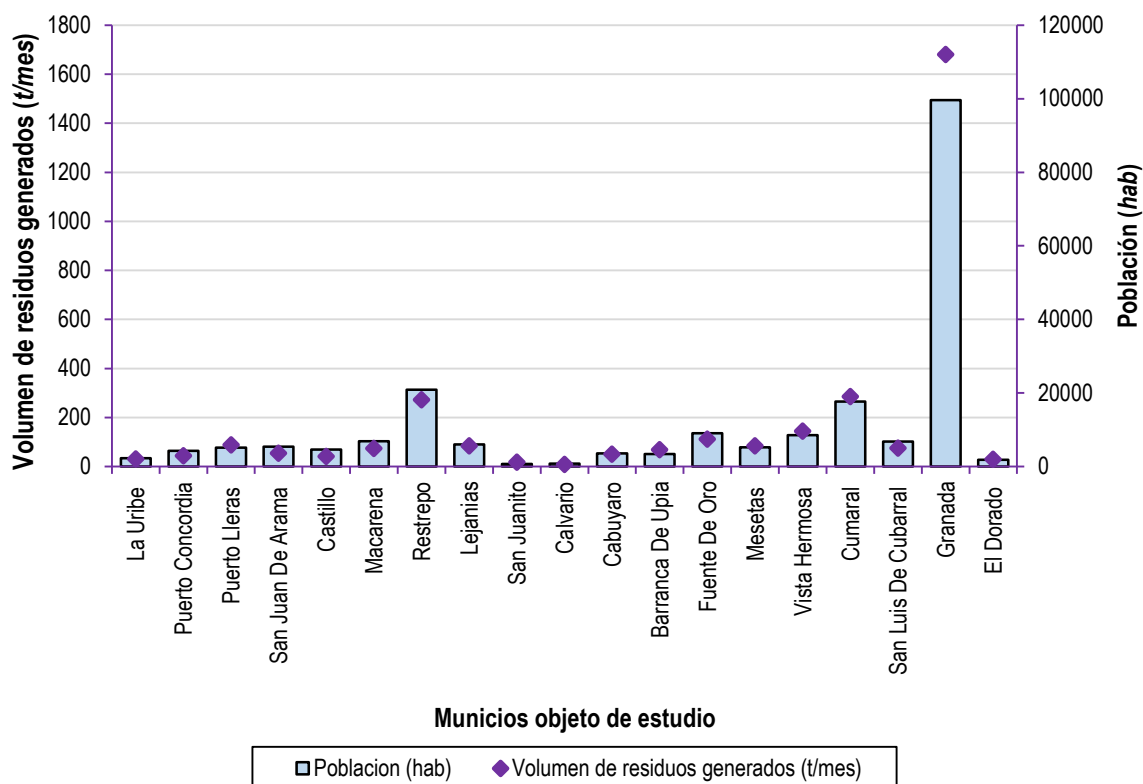
Fuente: El autor

4.1.2 Diagnóstico Técnico-Operativo

4.1.2.1 Cantidad de Residuos Generados. Se encontró que alrededor de 3.250 t/mes son dispuestas en los diferentes rellenos sanitarios y botaderos (sitios para disposición final de RSD que no cuentan con licencia ambiental expedida por una autoridad ambiental) de la región. En general, se evidenció que la generación de residuos sólidos fue directamente proporcional al número de habitantes, razón por la cual el municipio de

Granada fue el que más residuos generó, seguido por los municipios de Restrepo y Cumaral (Figura 9).

Figura 9. Cantidad de residuos sólidos urbanos generados en los municipios en estudio, comparados contra la respectiva población urbana municipal.

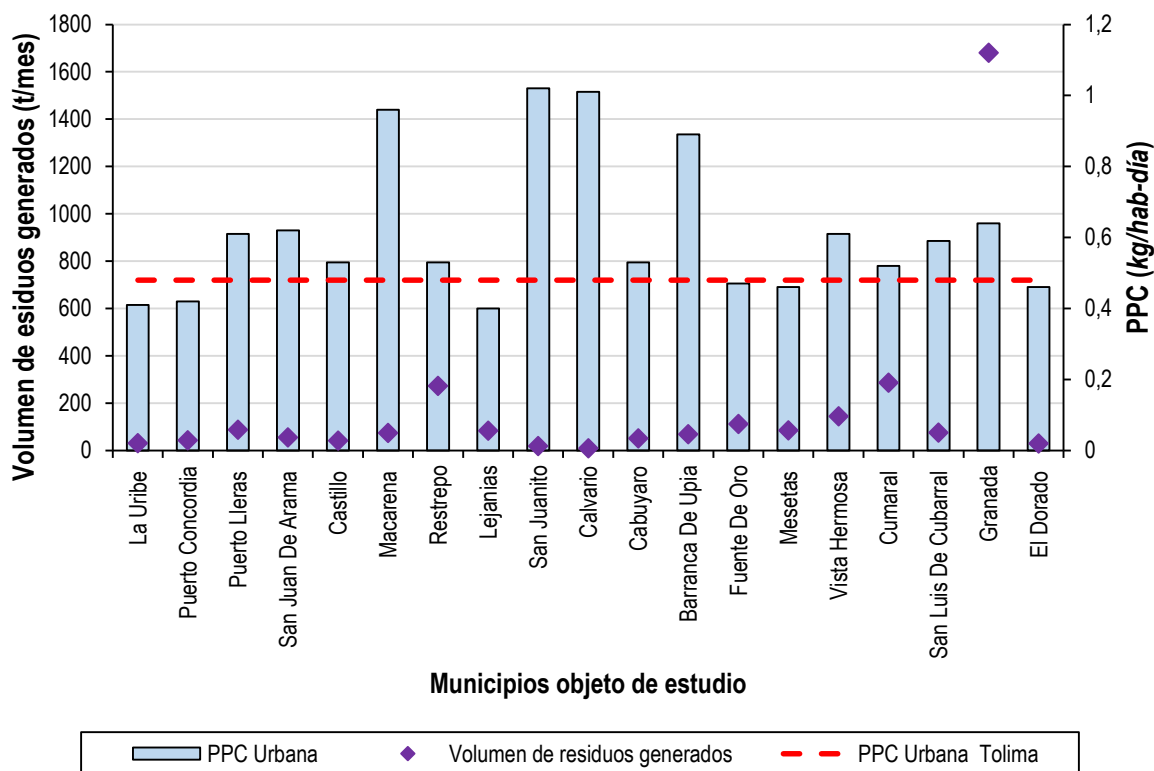


Fuente: El autor

Sin embargo, algunos de los municipios con menor población presentaron una cantidad de residuos generados por mes mayor que en otros municipios con mayor cantidad de habitantes, como en el caso de los municipios Castillo, San Juanito y Barranca de Upía, que tienen un promedio de $0,9 \text{ kg/hab/día}$. Al calcular la producción *per cápita* (PPC) diaria de residuos sólidos en los municipios en estudio (Figura 10), se encontró que, en algunos casos, esta duplica la PPC de $0,45 \text{ kg/hab/día}$ para niveles bajos de complejidad presentada en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS-2000– (Mindsarrollo, 2000).

Estos resultados evidencian la necesidad de revisar los criterios técnicos fijados en el RAS-2000 sobre la relación entre PPC y la población de los municipios.

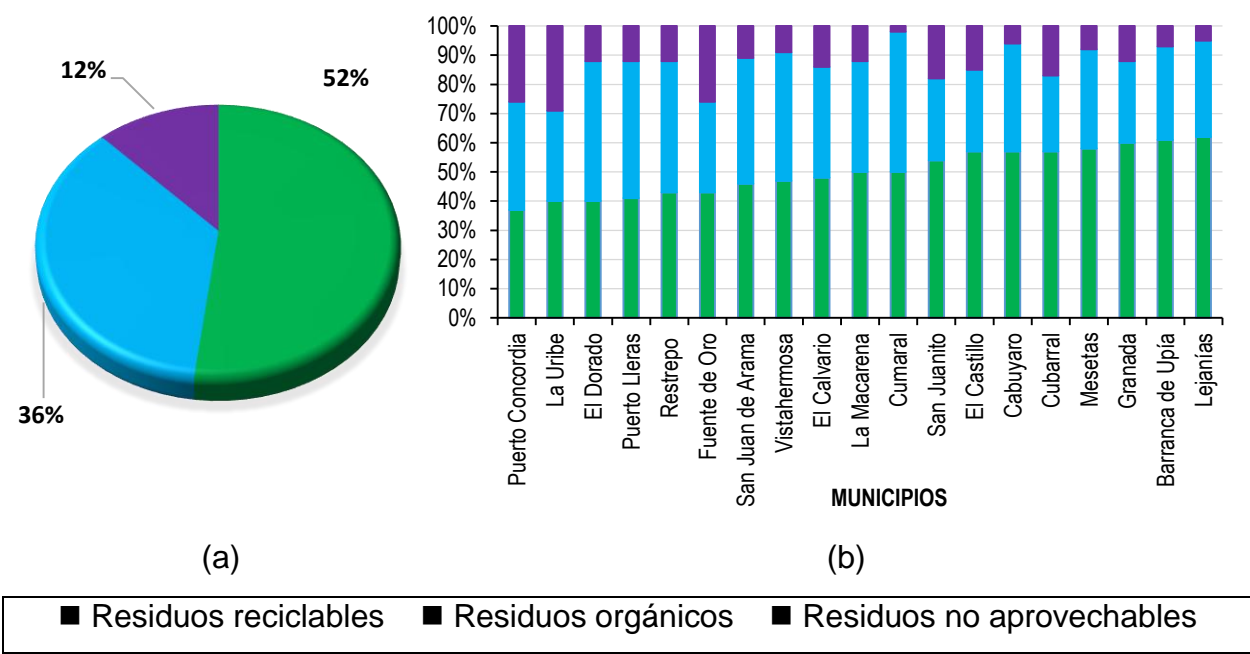
Figura 10. Producción *per cápita* (PPC) de residuos sólidos urbanos generados en los municipios en estudio *versus* la respectiva cantidad de residuos sólidos urbanos municipales.



Fuente: El autor

4.1.2.2 Clasificación de Residuos. Los residuos sólidos fueron muestreados según la metodología de caracterización descrita en el capítulo 3 del presente documento. Se encontró que estos corresponden principalmente a residuos orgánicos (Figura 11), en porcentajes variables entre alrededor del 35% y el 62%, los cuales pueden ser aprovechables para procesos de generación de biogás y compostaje. Los contenidos de residuos reciclables variaron entre unos 25% y 47%, hecho que les confirió el segundo orden de importancia, aunque en algunos municipios predominaron, como en el caso de los municipios Puerto Lleras, El Dorado y Restrepo.

Figura 11. Clasificación general de los residuos sólidos urbanos colectados en cada uno de los municipios objeto de estudio. (a): al nivel porcentual global; (b): al nivel porcentual acumulado por cada municipio.



4.1.2.3 Servicio de Barrido. Al analizar la prestación del servicio de barrido en los diferentes municipios de estudio, se encontró que la cobertura es prácticamente nula en el área rural, contrario al área urbana.

Las visitas de campo a las áreas urbanas y rurales de los municipios objeto de estudio permitieron evidenciar que más del 50% de los mismos tenían más de 10 *km* de vías a las cuales se les debe prestar el servicio de barrido (Figura 12.). Actualmente, algunos municipios prestan el servicio de barrido en zonas de interés público, el cual se ha ido extendiendo de manera progresiva a otros sectores.

La cobertura de prestación de servicio de barrido (Tabla 11.) se determinó al relacionar la zona total que debe recibir el servicio y la zona a la que se le presta el servicio. La mayor parte de los municipios estudiados presentó una cobertura de barrido inferior al

50%, es decir, la mayor parte del área que necesita el servicio no lo recibe. Solo los municipios de Vista Hermosa y La Uribe presentan una cobertura de barrido superior al 50%, lo que implica que el servicio se presta de manera más adecuada que en otros municipios.

Figura 12. Distribución del número de kilómetros a ser barrido en la zona rural y zona urbana de los municipios de estudio. (a): al nivel porcentual; (b) al nivel espacial.

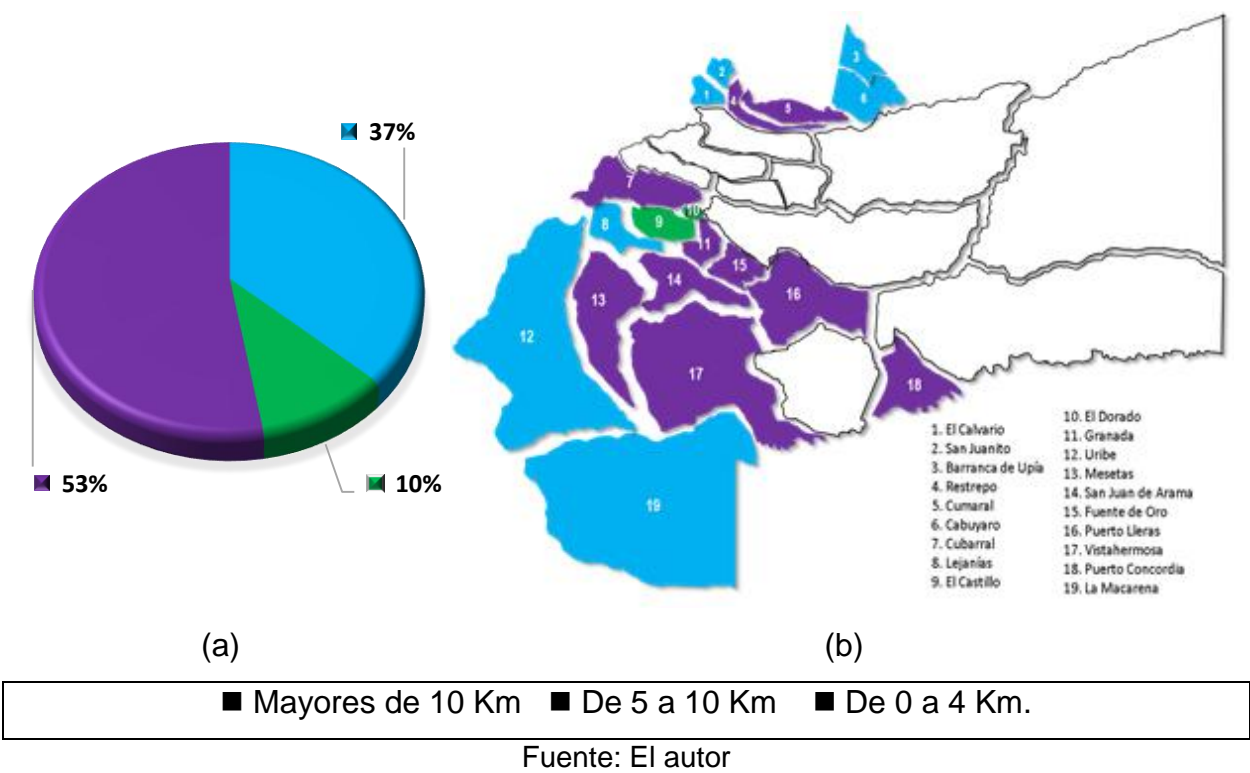


Tabla 11. Cobertura aproximada del servicio de barrido en los municipios objeto de estudio.

Cobertura de barrido urbano	Municipios
Menos del 10%	El castillo
	El calvario
	La Macarena
	San Juanito
	Fuente de oro

Cobertura de barrido urbano	Municipios
Entre el 11% y el 50%	Puerto Concordia Puerto Lleras San Juan de Arama Restrepo Lejanías Cabuyaro Barranca de Upía Mesetas Cumaral Cubarral Granada El Dorado
Más del 50%	Vista Hermosa La Uribe

Fuente: El autor

4.1.2.4 Servicio de Recolección y Transporte. La cobertura encontrada de prestación del servicio urbano de recolección y transporte de RSD en los municipios objetos de estudio fue del 100% (Tabla 12.). Sin embargo, ello no garantiza estándares de calidad y continuidad, debido a que en la mayoría de municipios no se cumplen las frecuencias, ni se llevan indicadores de eficiencia.

Según los operadores del servicio, el cubrimiento de la zona rural es del 58% (Tabla 12.). No obstante, debe aclararse que no se encontraron reportes de usuarios y, en la mayoría de los casos, el operador urbano presta un servicio ocasional, sin estándares de calidad y continuidad, con recolección una vez por semana o una vez al mes (la recolección no es puerta a puerta, por la dificultad en las vías) y se hacen algunas brigadas de limpieza que son contadas como cobertura de servicio.

Tabla 12. Cobertura del servicio de recolección en los municipios objeto de estudio.

Nº	MUNICIPIO	COBERTURA	
		URBANA	RURAL
1	Puerto Concordia	100	0
2	Macarena	100	0
3	La Uribe	100	0
4	Vista Hermosa	100	0
5	Mesetas	100	5
6	Puerto Lleras	100	14
7	San Juan de Arama	100	14
8	Restrepo	100	70
9	Granada	100	100
10	Cumaral	100	100
11	Fuente De Oro	100	100
12	Lejanías	100	100
13	El Castillo	100	100
14	El Dorado	100	100
15	Cubarral	100	100
16	Barranca de Upia	100	100
17	Cabuyaro	100	100
18	San Juanito	100	100
19	El Calvario	100	100

Fuente: El autor

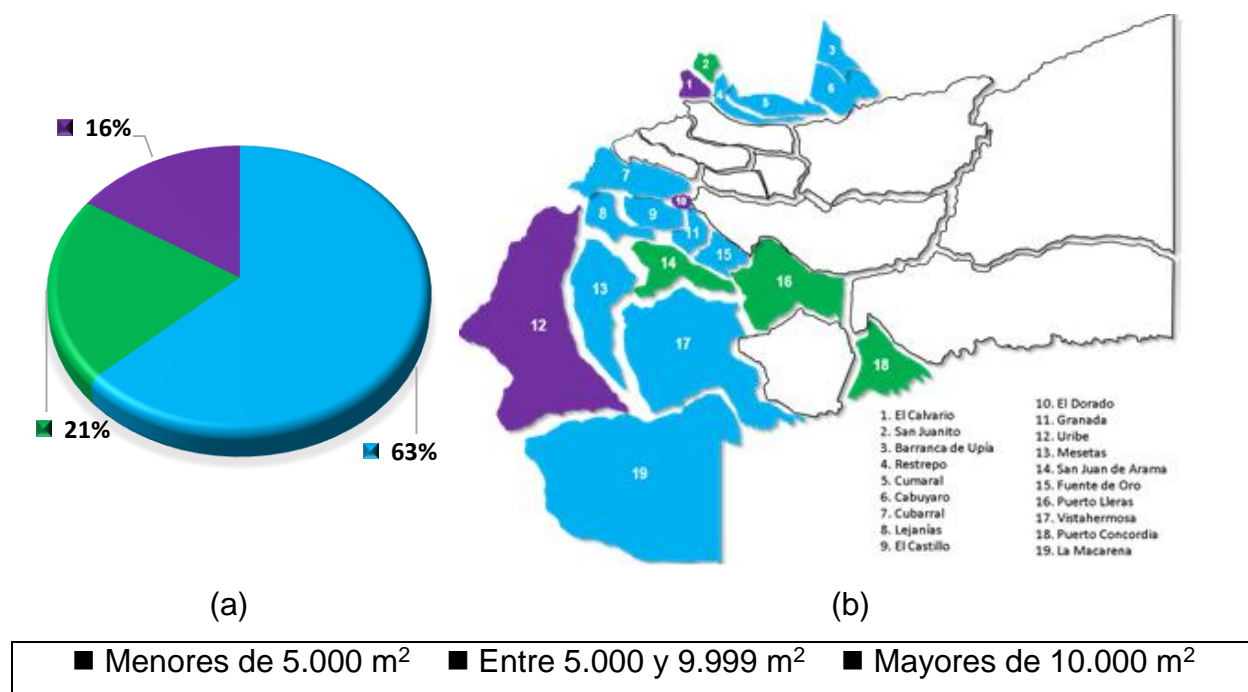
4.1.2.5 Servicio de Corte de Césped y Poda de Árboles. Se evidenció que más del 80% de los municipios estudiados debían prestar el servicio de corte de césped y poda de individuos arbóreos en áreas mayores de 5.000 m^2 , lo cual implicaba que, si no se hacía el mantenimiento adecuado a dichas áreas, se podrían tener consecuencias biológicas y estéticas en el municipio (Figura 13.).

La cantidad de árboles que debía ser intervenida para poda o corte fue determinada gracias a la información colectada en las visitas de campo. Se encontró que 5 de los 19 municipios presenta menos de 500 individuos que requieren de intervención, mientras que los municipios restantes presentan más de 500 individuos que deben ser intervenidos (Figura 14.). En caso de no realizarse la respectiva poda de los mismos, se aumenta el riesgo de ocurrencia de accidentes relacionados con el desprendimiento de ramas y daño al cableado eléctrico.

Es importante resaltar que los municipios de Barranca de Upía y Granada presentan el mayor número de árboles a intervenir, en contraste con el hecho de que presentan una de las áreas rurales más pequeñas del departamento.

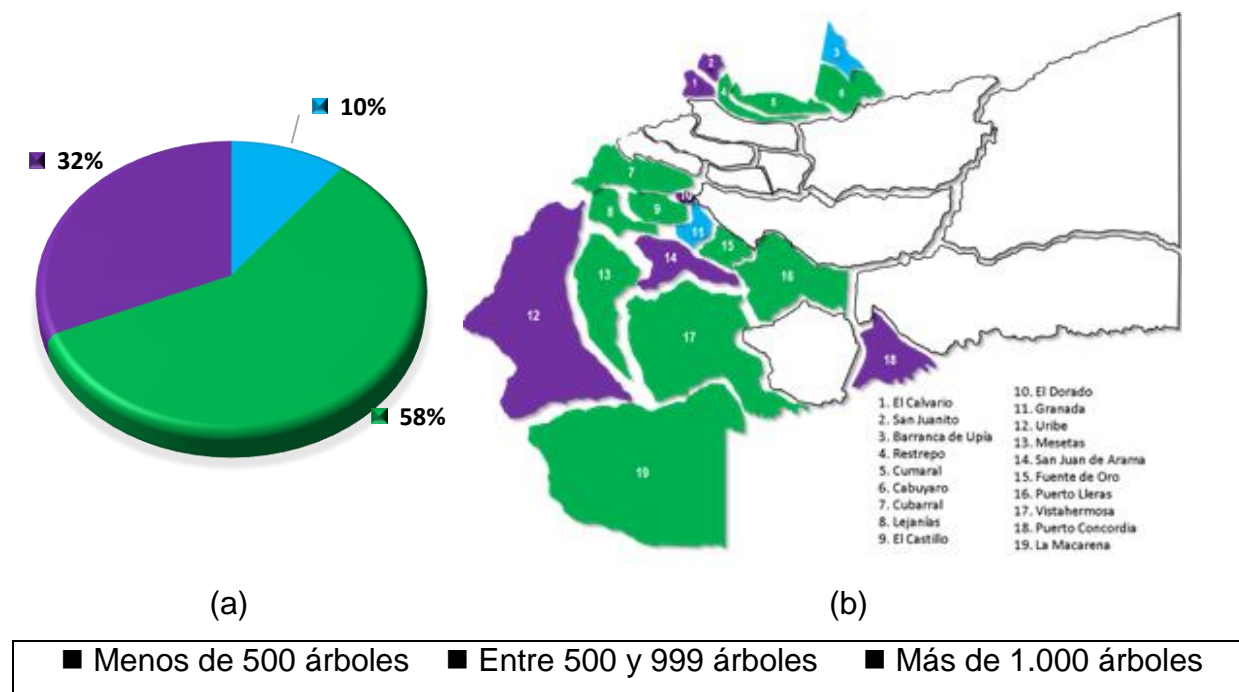
La cobertura de los servicios de poda y corte de césped no fue determinada, debido a que estas actividades se realizaban ocasionalmente.

Figura 13. Área de césped a ser intervenida en cada municipio de estudio. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.



Fuente: El autor

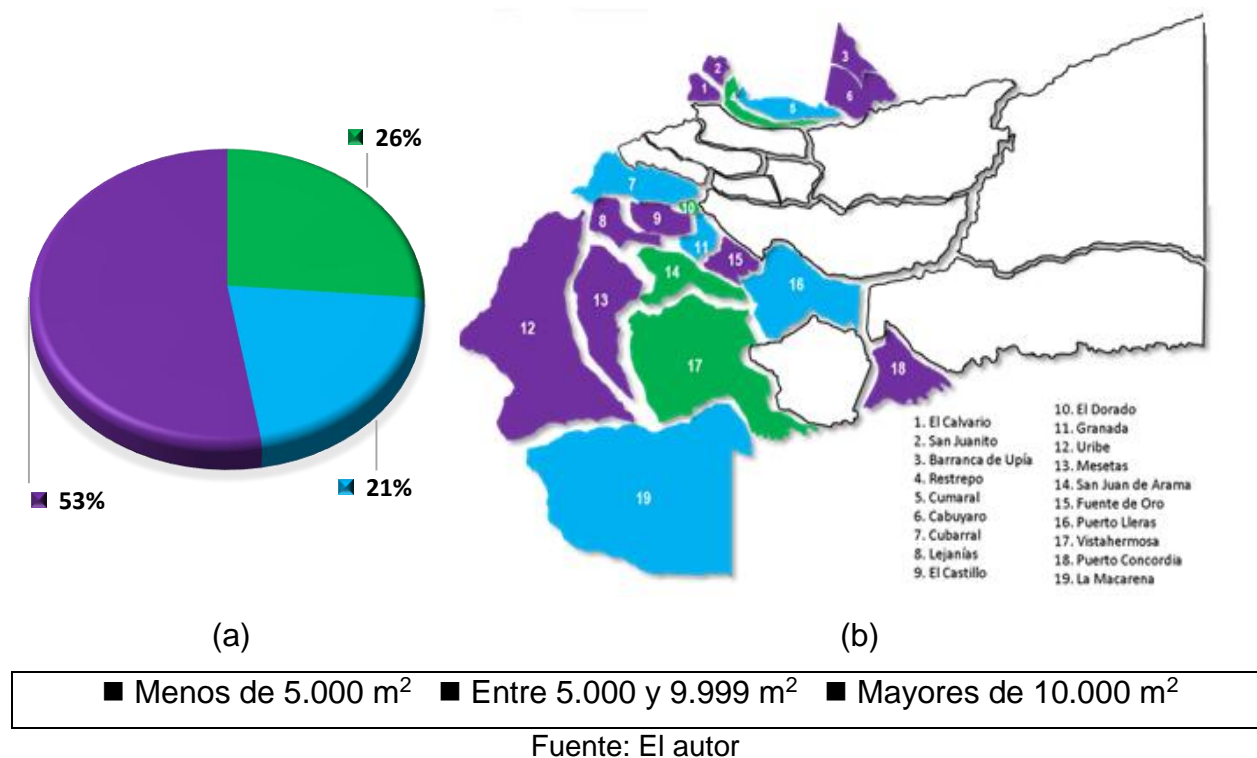
Figura 14. Número de individuos arbóreos a ser intervenidos en cada uno de los municipios de estudio. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.



Fuente: El autor

4.1.2.6 Servicio de Lavado DE Áreas Públicas. En cuanto al lavado de áreas públicas, tales como parques o polideportivos, se encontró que, debido a que los municipios estudiados presentan zonas urbanas pequeñas, las zonas públicas que requieren lavado son muy limitadas. El 53% de ellos cuentan con menos de 5.000 m^2 de áreas públicas, mientras que solo en cuatro de los 19 municipios superan los 10.000 m^2 (Figura 15.).

Figura 15. Área de zonas públicas (m^2) a ser lavadas en cada municipio. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.



En cuanto a la cobertura de los servicios de lavado de áreas públicas, se consideró que la información era poco fiable, debido a que se realiza ocasionalmente y, por ello, no se cuenta con muchos registros al respecto.

4.1.2.7 Rutas Selectivas. De acuerdo con el trabajo de campo y las investigaciones realizadas en cada municipio objeto de estudio, se pudo determinar que en ninguno de ellos se presta el servicio de rutas selectivas de material reciclable. Esta situación dificulta la labor de reciclaje, ya que no existe un sistema que respalde el traslado del material reciclable hacia los sitios de aprovechamiento o disposición.

4.1.2.8 Manejo de Residuos de Construcción, Demolición y Especiales. En cuanto al manejo de los residuos especiales, de construcción y demolición, se encontró que ninguno de los municipios objeto de estudio cuenta con un programa implantado de manejo de estos, simplemente se disponen los residuos de manera inadecuada.

4.1.3 Diagnóstico Socio-Ambiental.

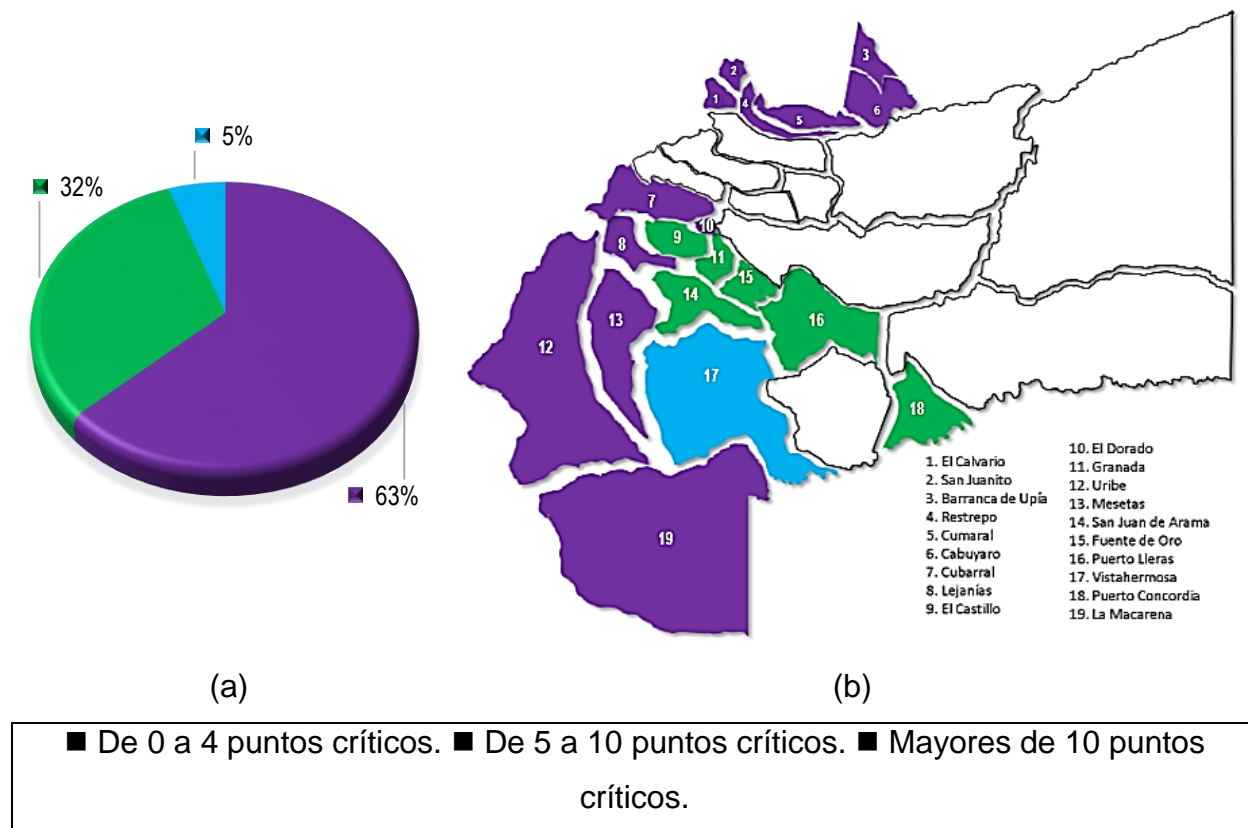
El diagnóstico socio-ambiental se hizo con base en cuatro aspectos fundamentales:

- Puntos críticos en la zona urbana y rural.
- Disposición final.
- Censo de recicladores.
- Cantidad de bodegas de reciclaje.

4.1.3.1 Puntos Críticos en las Zonas Urbana y Rural. El análisis de la información obtenida y las visitas a los diferentes municipios evidenciaron que 11 de los 19 municipios cuentan con menos de 4 puntos críticos (fuentes de contaminación y de proliferación de vectores que causan enfermedades) en su territorio (Figura 16 (a)), lo cual evidencia que el servicio de recolección se realiza satisfactoriamente en algunos municipios. Los municipios restantes (Figura 16 (b)) se encuentran en una situación que requiere mayor trabajo y concientización a la población para disminuir el número de puntos críticos en su territorio.

4.1.3.2 Disposición Final. Se identificaron cuatro (4) sitios a los cuales acuden las administraciones municipales en estudio para la disposición de sus residuos sólidos. Dos de ellos son rellenos sanitarios que operan de acuerdo con los requerimientos técnicos emitidos por las autoridades ambientales. En los otros casos se trata de botaderos a cielo abierto o celdas de emergencia.

Figura 16. Distribución del número de puntos críticos (fuentes de contaminación y de proliferación de vectores que causan enfermedades) encontrados en los municipios objeto de estudio. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.



Fuente: El autor

Uno de los sitios identificados fue el relleno sanitario Bioagrícola (Figura 17.), ubicado en territorio municipal de Villavicencio, que presta sus servicios a varios de los municipios estudiados (Figura 18). Se trata de un relleno sanitario que cuenta con 33 años de vida útil y la debida autorización ambiental, con la cual se constata el correcto funcionamiento del proceso de tratamiento de lixiviados y gases.

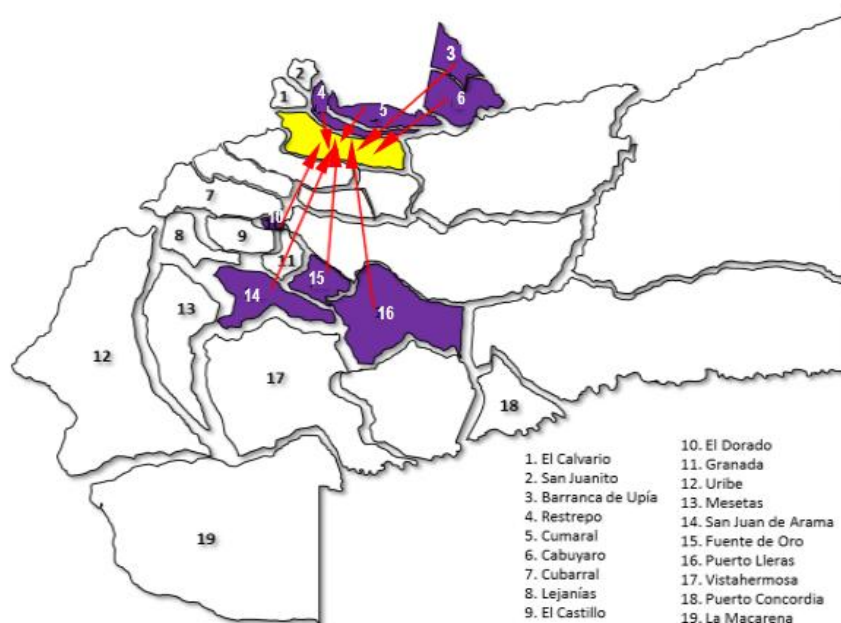
Se encontró que ocho (8) de los municipios en estudio hacen uso del relleno sanitario Bioagrícola, los cuales deben hacer un recorrido promedio alrededor de 95 km para llevar los residuos sólidos desde el origen hasta el lugar de disposición e, incluso, deben atravesar otros municipios. La mayor distancia de transporte es la de los residuos del municipio Puerto Lleras (Tabla 13.).

Figura 17. Imagen del relleno sanitario Bioagrícola en Villavicencio, Meta.



Fuente: Bioagrícola del Llano, (2018)

Figura 18. Municipios objeto de estudio que disponen sus residuos sólidos en el relleno sanitario Bioagrícola, localizados en el municipio de Villavicencio (Meta, Colombia).



■ Municipios que usan el relleno sanitario Bioagrícola ■ Ubicación del relleno sanitario Bioagrícola

Fuente: El autor

Tabla 13. Distancia aproximada del recorrido que realizan los vehículos recolectores desde el centroide de cada municipio hasta el relleno sanitario Bioagrícola.

Municipio	Distancia (km)
Restrepo	33,9
Cumaral	40,9
Cabuyaro	87,0
El Dorado	91,52
Barranca de Upía	112,0
Fuente de oro	114,1
San Juan de Arama	131,3
Puerto Lleras	153,3

Fuente: El autor

Figura 19. Imagen del relleno sanitario Guaratara en Granada (Meta).

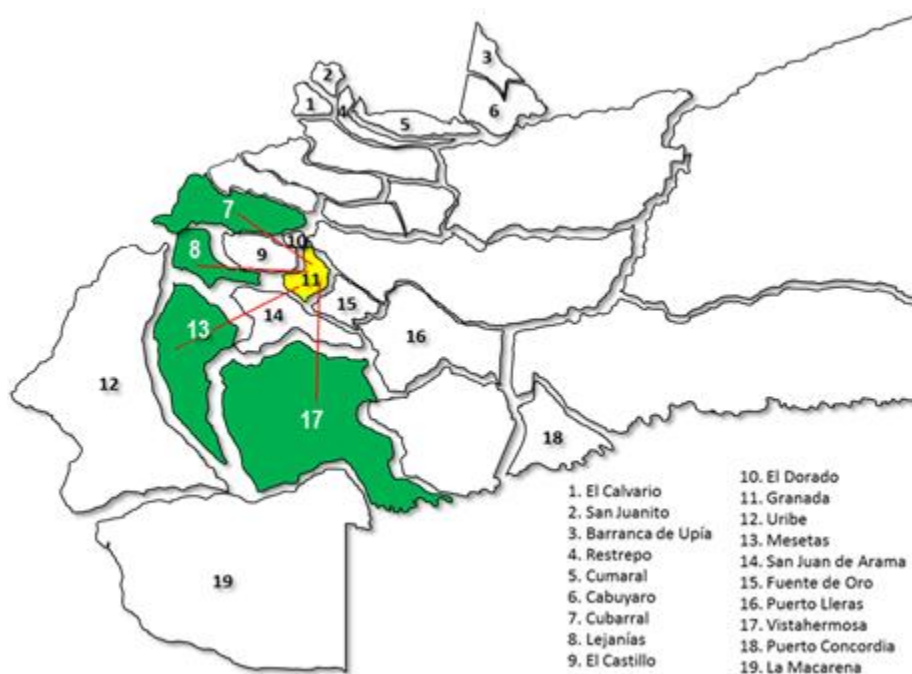


Fuente: Alcaldía Municipal de Granada Meta, (2018)

El otro relleno sanitario destinado por cinco (5) de los municipios objeto de estudio para la disposición de sus residuos sólidos es Guaratara (Figura 19), que se encuentra

ubicado en las inmediaciones del municipio de Granada (Figura 20). Este también cuenta con autorización por parte de las entidades ambientales para operar y presenta un correcto manejo de gases y lixiviados. Sin embargo, a la fecha de recolección de información, al relleno Guaratara solo le restaba un año de vida útil.

Figura 20. Municipios objeto de estudio que disponen sus residuos sólidos en el relleno sanitario Guaratara, localizados en el municipio de Granada (Meta, Colombia).



■ Municipios que usan el relleno sanitario Guaratara ■ Ubicación del relleno sanitario Guaratara

Fuente: El autor

Los residuos deben ser transportados en promedio 44 *km* (Tabla 14.) desde el centroide del municipio hasta el lugar de disposición, es decir, alrededor de la mitad de la distancia promedio que deben transportarse los residuos que van al relleno sanitario Bioagrícola.

Los municipios restantes cuentan con predios propios para la disposición de residuos sólidos en botaderos o celdas de emergencia (Figura 21.), o con rellenos sanitarios alternos (Figura 22.) como en el caso del municipio de Puerto Concordia que, por motivos de logística, le resulta más viable disponer los residuos en un relleno sanitario localizado

en el municipio de San José del Guaviare (departamento de Guaviare), fuera del área del departamento de Meta.

Tabla 14. Distancia aproximada del recorrido que realizan los vehículos recolectores desde el centroide de cada municipio hasta el relleno sanitario Guaratara.

Municipio	Distancia (km)
Cubarral	47,22
Lejanías	48,00
Mesetas	55,23
Vista hermosa	68,92
Granada	3,00

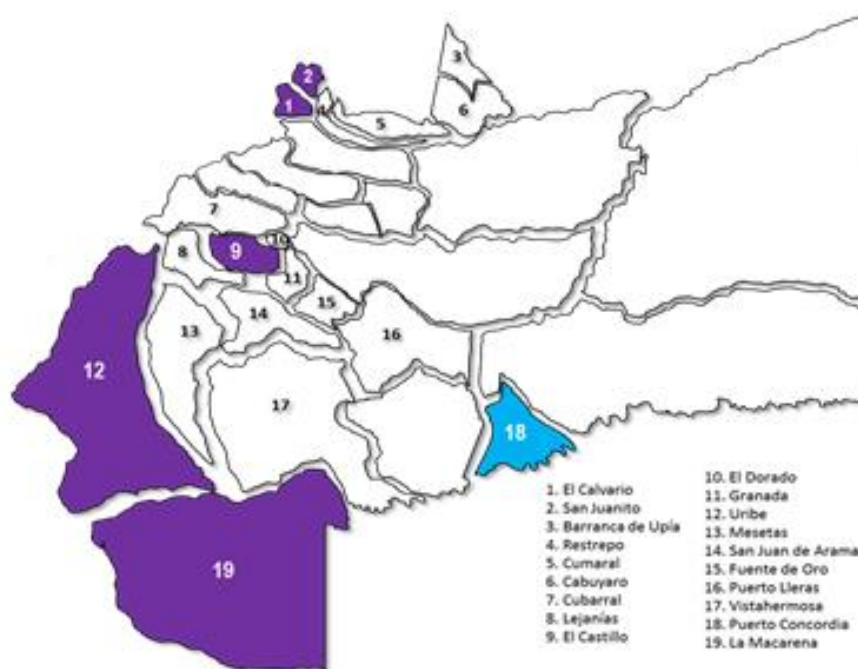
Fuente: El autor

Figura 21. Imagen de la celda de emergencia usada para disponer los residuos sólidos domiciliarios del municipio La Macarena (Meta).



Fuente: El autor

Figura 22. Municipios objeto de estudio que usan otros medios para la disposición final de sus residuos sólidos.



■ Municipios que disponen en celdas independientes ■ Municipios que disponen en rellenos sanitarios alternos

Fuente: El autor

Un total de cinco municipios hacen uso de las celdas de emergencia o botaderos, las cuales no cuentan con las respectivas autorizaciones ambientales por no realizar los procesos de tratamientos necesarios para una correcta disposición de residuos.

Vale la pena resaltar que, a pesar de tener más cerca el relleno sanitario Guaratara, los municipios El Dorado, San Juan de Arama, Fuente de oro y Puerto Lleras disponen sus residuos en el relleno sanitario Bioagícola, lo cual implica en algunos casos el recorrido de distancias mayores a 100 km (Tabla 13.). Esto se debe a que el servicio de aseo es operado en dichos municipios por EDESA S.A. E.S.P., la cual hace uso de sus acuerdos administrativos para disponer los residuos recolectados en el relleno sanitario operado por la empresa de servicios públicos de la ciudad de Villavicencio (Meta).

1.1.1.1 4.1.3.3 Presencia de Recicladores. En el censo realizado se pudo evidenciar realizan actividades de recuperación de materiales en más de la mitad de los municipios objeto de estudio (Aunque Colombia cuenta con incentivos normativos para la implantación de estaciones de clasificación y aprovechamiento (ECA), los altos costos de inversión y operación, las bajas cantidades de materiales recuperados, la falta de separación en la fuente, los escasos estudios de comercialización y mercadeo, y la baja disponibilidad presupuestal de los municipios objeto de estudio, hacen que esta alternativa no sea una solución a la problemática asociada a la recuperación de RSD en el Meta. Las ECA deberán estar acompañadas de medidas vinculantes o sancionatorias que involucren a los usuarios en el proceso, con el fin de garantizar la materia prima (residuos) que permita una suficiencia financiera en los esquemas de reciclaje y aprovechamiento.

1.1.1.2 Figura 23.(a)), principalmente en aquellos localizados hacia el Centro-Occidente del departamento (Aunque Colombia cuenta con incentivos normativos para la implantación de estaciones de clasificación y aprovechamiento (ECA), los altos costos de inversión y operación, las bajas cantidades de materiales recuperados, la falta de separación en la fuente, los escasos estudios de comercialización y mercadeo, y la baja disponibilidad presupuestal de los municipios objeto de estudio, hacen que esta alternativa no sea una solución a la problemática asociada a la recuperación de RSD en el Meta. Las ECA deberán estar acompañadas de medidas vinculantes o sancionatorias que involucren a los usuarios en el proceso, con el fin de garantizar la materia prima (residuos) que permita una suficiencia financiera en los esquemas de reciclaje y aprovechamiento.

Figura 23.(b)).

Al identificar las condiciones socio-económicas del sector, se evidenció que la población recicladora en los municipios objeto de estudio presentaba carencias comunes en temas como: herramientas adecuadas para adelantar su labor, fortalecimiento empresarial, educación ambiental, mercados potenciales, precios justos, transporte de materiales, dignificación del trabajador, entre otros.

4.1.3.4 Cantidad de Bodegas. En la mayoría de los municipios estudiados no se cuenta con bodegas de comercialización y aprovechamiento de residuos (Figura 24.(a)); los municipios que las poseen se ubican hacia el centro del departamento (Figura 24.(b)).

Resultó poco razonable que en municipios como El Dorado, Mesetas y San Juan de Arama, en donde se encontraron personas dedicadas a la labor del reciclaje, no se contara con, al menos, una bodega que sirva de centro de acopio dentro de su territorio; esta situación torna el reciclaje una labor difícil y excluyente, al necesitarse que el reciclador cuente con algún tipo de vehículo que facilite su desplazamiento a otros municipios con el fin de vender los materiales recuperados.

Aunque Colombia cuenta con incentivos normativos para la implantación de estaciones de clasificación y aprovechamiento (ECA), los altos costos de inversión y operación, las bajas cantidades de materiales recuperados, la falta de separación en la fuente, los escasos estudios de comercialización y mercadeo, y la baja disponibilidad presupuestal de los municipios objeto de estudio, hacen que esta alternativa no sea una solución a la problemática asociada a la recuperación de RSD en el Meta. Las ECA deberán estar acompañadas de medidas vinculantes o sancionatorias que involucren a los usuarios en el proceso, con el fin de garantizar la materia prima (residuos) que permita una suficiencia financiera en los esquemas de reciclaje y aprovechamiento.

Figura 23. Municipios con presencia de recicladores en su territorio. (a): al nivel porcentual; (b) al nivel espacial.

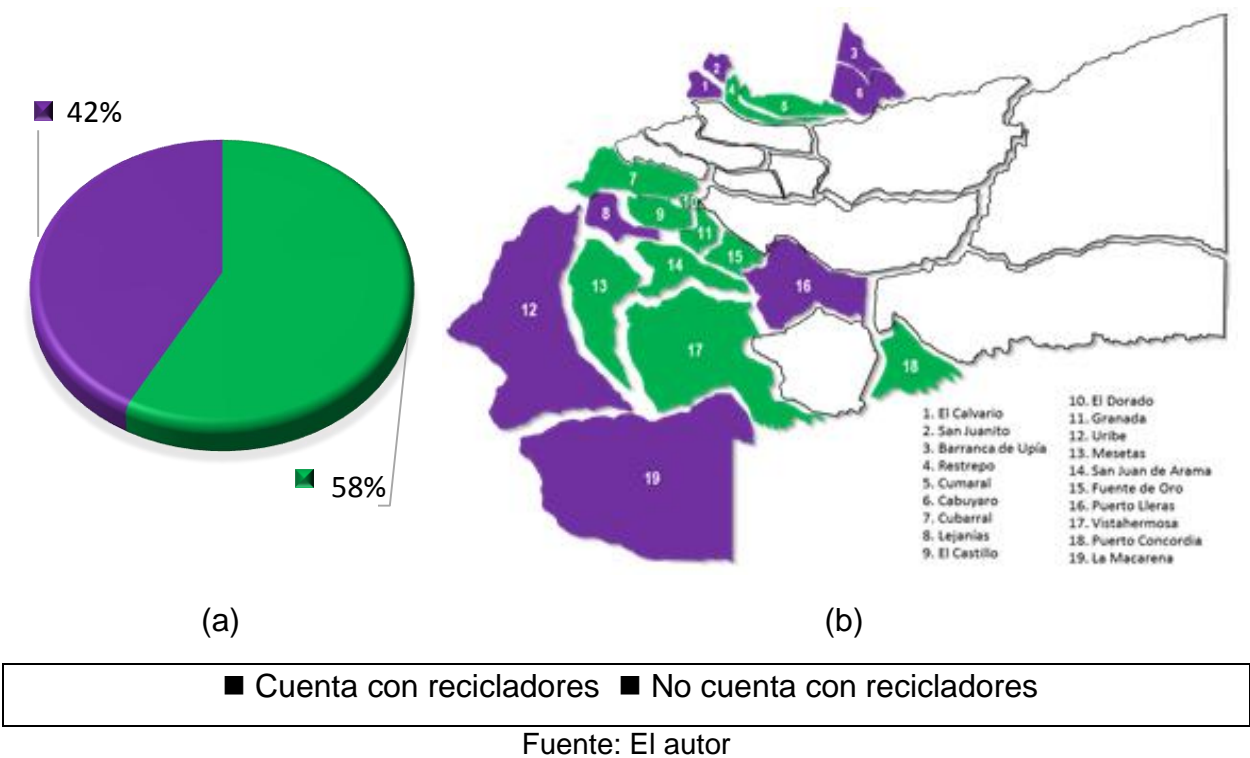
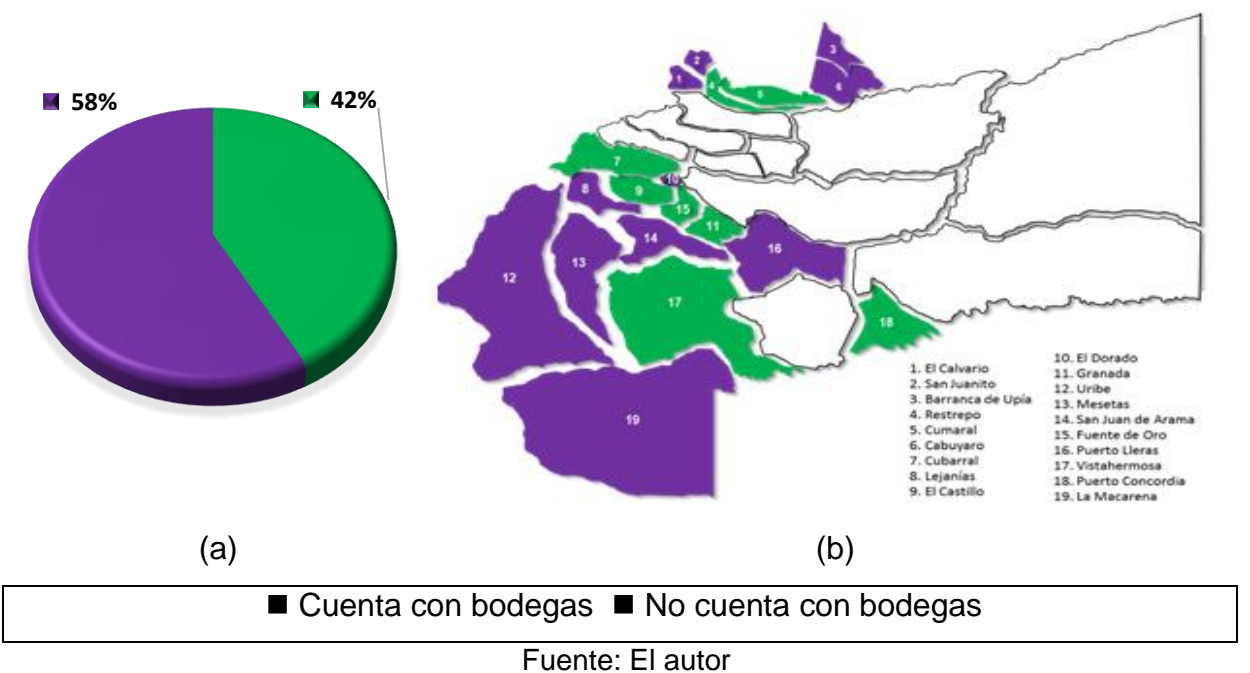


Figura 24. Presencia de bodegas para el aprovechamiento y comercialización de residuos. (a): al nivel porcentual; (b): al nivel espacial.



4.2 ÁRBOL DE PROBLEMAS

En desarrollo del presente trabajo de investigación se evidenciaron problemáticas recurrentes en los municipios objeto de estudio, dentro de las cuales vale la pena resaltar, entre otros:

- Baja tasa de recaudo producto de las altas tarifas cobradas por los prestadores del servicio, lo cual trae un efecto negativo en el nivel de ingresos vía tarifa.
- Incumplimiento de las frecuencias mínimas semanales de paso del vehículo recolector por las casas de los usuarios (según lo establecido en el decreto 2981 de 2013, deben ser de 2 veces por semana), hecho que contribuye al mal manejo de los residuos sólidos por parte de los usuarios y la generación de puntos críticos en las áreas públicas de los municipios.
- Disminución de la vida útil de los sitios de disposición final que se utilizan actualmente en el departamento de Meta. Esta situación puede conllevar una emergencia sanitaria al no tener dónde disponer los residuos, o mal manejo técnico operativo de los sitios de disposición final al no realizar los procedimientos adecuados para la acomodación de residuos y tratamiento de los gases y lixiviados generados y al permitir el ingreso de personas no autorizadas y sin ningún tipo de protección. Todo esto podría llegar a generar una emergencia sanitaria, sanciones económicas por parte de la autoridad ambiental, o riesgos a la salud humana, entre otros.
- Falta de continuidad de programas y proyectos que busquen obtener beneficio de los residuos. El desinterés por el desarrollo de los mismos, combinado con la poca sensibilización y educación acerca de este tema en la comunidad, genera deficiencias en la gestión integral de los residuos sólidos. Ligado a lo anterior, se encuentra el aspecto de recicladores, personas que realizan sus labores sin ningún tipo de incentivos o apoyo para su fortalecimiento como gremio, hecho que repercute en forma negativa en la consolidación de las actividades de recuperación de

materiales en el departamento y trae como consecuencia la pérdida de material aprovechable.

- Falta de cultura ciudadana en cuanto a la disposición de residuos, e insuficiente capacidad de equipos para una correcta ejecución de dichos servicios, lo cual genera déficit en la cobertura y continuidad de las actividades en los municipios objeto de estudio.
- Inadecuada disposición de residuos sólidos de construcción, debido a la ausencia de sitios especializados para disponer este tipo de residuos a lo largo del departamento de Meta. Ello ocasiona acumulación en vías públicas y lotes baldíos, sin ningún tipo de manejo técnico, con efectos negativos en el paisajismo de los municipios.
- Desconocimiento de los usuarios frente a lo que es un residuo especial y su manejo, lo que resulta lógico cuando se tiene de precedente que ninguno de los municipios cuenta con un programa especializado para la correcta gestión de este tipo de residuos. Este hecho repercute en el aspecto visual, cuando se presenta acumulación de este tipo de residuos en las vías, y en la disminución de la vida útil de los rellenos sanitarios, cuando no se les da el tratamiento adecuado (picado) para su correcta disposición final.
- Acceso limitado a la zona rural por causa del mal estado de las vías y la distancia que se debe recorrer. Ello genera falta de cobertura del servicio e incumplimiento de las frecuencias mínimas de recolección, lo que estimula un manejo inadecuado de los residuos por parte de la comunidad rural, como por ejemplo la quema de residuos.
- El desconocimiento por parte de la comunidad y de los prestadores del servicio sobre los riesgos en la prestación del servicio (Tabla 15.), causado por la inexistencia de esquemas de gestión del riesgo que conlleven actividades de prevención, mitigación y atención oportuna en el momento en que se presente una emergencia.

Tabla 15. Riesgos actuales detectados en los esquemas de prestación de servicio de aseo en los municipios objeto de estudio.

Tipo	Descripción
Ambiental	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inadecuada operación de los rellenos sanitarios, fallas técnicas no manejadas, contaminación de fuentes hídricas, derrame de lixiviados, inestabilidad de taludes, riesgos de explosión por acumulación de gases. 2. Cierre del sitio de disposición final, emergencia sanitaria, acumulación de residuos en vías, lotes y fuentes hídricas. 3. Disminución de la vida útil del sitio de disposición final, uso del relleno como sitio de disposición de escombros, residuos hospitalarios y peligrosos, y residuos especiales (voluminosos). 4. Pérdida y mal manejo del material reciclable. 5. Falta de atención y prestación del servicio frente amenazas naturales, sismos, vendavales, derrumbes, inundaciones, incendios forestales.
Social	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta conciencia ciudadana frente a los deberes y derechos de los usuarios. 2. Incumplimiento de horarios y frecuencias para la presentación de los residuos, pago del servicio, etc. 3. Resistencia, al servicio de limpieza pública por cobro de tarifas, aumento de la cartera morosa, desequilibrio económico del prestador por deficiencia en el recaudo, 4. Manifestaciones (protestas) en contra del prestador, inmovilización del vehículo por parte de la comunidad, sabotajes a la prestación, quema de elementos, daño a equipos, bloqueo de vías, etc.
Operativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daños en equipos de prestación, falta de maquinaria en stock, deficiencia en el servicio de mantenimiento y reparación, contaminación por fugas de lixiviados por inadecuados sistemas de recolección. 2. Daños a terceros, personal contratado sin cubrimiento de seguridad social, falta de capacitación al personal, déficit en la selección de los operarios por falta de idoneidad.

Tipo	Descripción
	3. Fallas en la supervisión del servicio, falta de seguimiento a indicadores de gestión, calidad, cobertura y continuidad en los servicios de barrios, recolección y transporte y disposición final. 4. Déficit en la entrega de elementos de protección personal, equipos e insumos para la adecuada prestación.
Financiero	1. Desequilibrio económico del prestador por la dependencia de subsidios y la incertidumbre en el recaudo. 2. Falta de garantías al prestador para inversión en equipamiento y obras.
Legal	Falta de reconocimiento del prestador del servicio por parte de las nuevas administraciones.

Fuente: El autor

Toda esta información permitió definir en las mesas interdisciplinarias de trabajo 11 aspectos de análisis al nivel departamental, a partir de los cuales se elaboró una matriz de causas y efectos (Tabla 16.) que fue, a su vez, la base para la elaboración del árbol de problemas regional (Figura 25.).

En síntesis, se consideró que el problema central era la falta de estrategias efectivas que promuevan la gestión integral de los residuos sólidos en el departamento, la cual puede traer como consecuencia o efecto principal el aumento de los residuos, la disminución de la vida útil del sitio de disposición final, la pérdida de materiales potencialmente recuperables y dificultades en el saneamiento ambiental.

4.3 ÁRBOL DE OBJETIVOS.

A partir del árbol de problemas (Figura 25.), se construyó el árbol de objetivos (Figura 26.) estableciendo como objetivo central que consiste en “formular estrategias efectivas que promuevan la gestión integral de los residuos sólidos en el departamento” en búsqueda de un fin específico que es “la disminución de los residuos, aprovechamiento de materiales potencialmente recuperables y aumento de la vida útil del sitio de

disposición final”. Al igual que con el árbol de problemas, el árbol de objetivos fue separado en 3 partes, lo que permite abordar de mejor manera las temáticas tratadas.

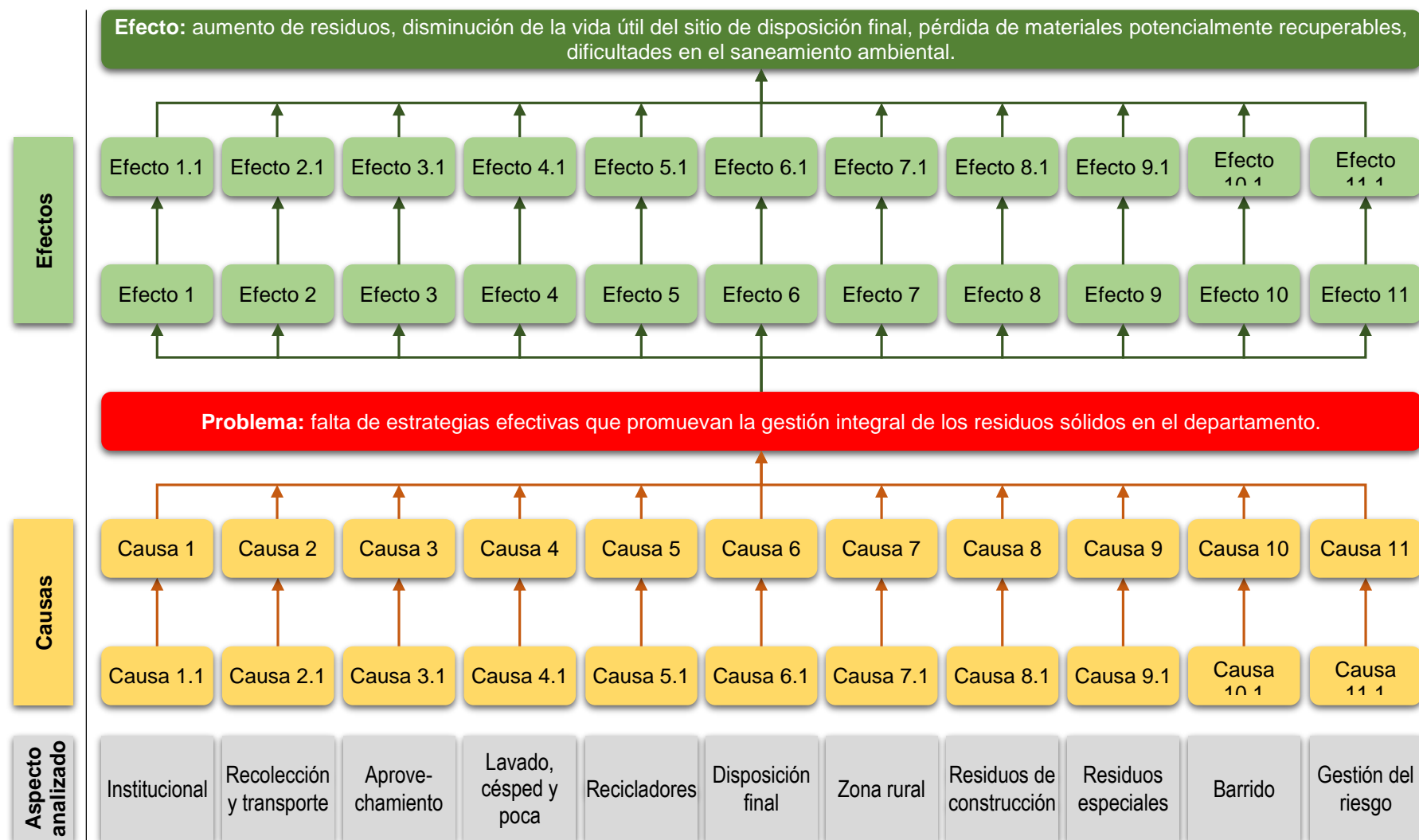
Tabla 16. Matriz de causas y efectos por aspectos de análisis definida por las mesas interdisciplinarias de trabajo según la información recolectada en los 19 municipios estudiados, con el fin de elaborar el árbol de problemas del departamento de Meta.

	Institucional	Recolección y transporte	Aprovechamiento	Lavado, césped y poda	Recicladores	Disposición final	Zona rural	Residuos de construcción	Residuos especiales	Barrido	Gestión del riesgo
Efectos	1.1 Déficit económico del prestador.	2.1 Débil capacidad de respuesta en las contingencias de la prestación del servicio.	3.1 Cese de actividades de aprovechamiento y deficiencia en la gestión integral de los residuos sólidos.	4.1 Incumplimiento en los índices de calidad y continuidad en la prestación del servicio.	5.1 Pérdida de material aprovechable, disminución de la vida útil de los rellenos.	6.1 Incumplimiento de la normatividad ambiental, sanciones, clausura del sitio de disposición, emergencia sanitaria.	7.1 Mal manejo y disposición de residuos en la zona rural, contaminación de recursos y conformación de puntos críticos.	8.1 Disminución de la vida útil del sitio de disposición.	9.1 Disminución de la vida útil del sitio de disposición.	10.1 Falta de cultura ciudadana de los transeúntes frente a la adecuada disposición de residuos en vías y áreas públicas.	11.1 Falta de atención oportuna ante cualquier emergencia.
	1. Bajo nivel de ingresos del prestador.	2. Mal manejo de los residuos por parte de los usuarios y generación de puntos críticos	3. Falta de cultura sobre la adecuada gestión de los residuos sólidos.	4. Déficit del 100% de cobertura en algunas de las nuevas actividades del servicio público.	5. Bajo nivel de ingresos económicos, abandono o ausencia de la actividad.	6. Riesgos en la salud humana, reciclaje en el sitio de disposición, acumulación de residuos en áreas públicas y proliferación de vectores.	7. Falta de cobertura en la zona rural y deficiencias en la frecuencia de recolección y transporte.	8. Acumulación de residuos de construcción en vías y lotes baldíos.	9. Acumulación de residuos especiales en vías y lotes baldíos.	10. Acumulación de residuos sólidos en las vías y áreas públicas.	11. Déficit en la prevención, mitigación y atención de posibles emergencias.
Causas	1. Bajo recaudo del servicio público	2. Incumplimiento	3. Cambio de gobierno local y falta de	4. Falta de implantación de nuevos	5. Insuficientes acciones para el	6. Falencias en la operación del sitio de	7. Inviabilidad económica y	8. Ausencia de escombrera municipal.	9. Desconocimiento de los	10. Deficiencias en el plan	11. Desconocimiento de

Institucional	Recolección y transporte	Aprovechamiento	Lavado, césped y poda	Recicladores	Disposición final	Zona rural	Residuos de construcción	Residuos especiales	Barrido	Gestión del riesgo
de aseo por implantación del nuevo régimen tarifario.	de frecuencias de recolección.	continuidad de programas de gestión de residuos.	servicios de operación según la Resolución N° 720.	fortalecimiento del gremio reciclador en su labor.	disposición final y falta de autorización ambiental del sitio de disposición final.	tarifaria para el prestador en la zona rural.		usuarios sobre el manejo, recolección y disposición de los residuos especiales.	operativo, cobertura, continuidad y mapeo de rutas.	los riesgos asociados a la prestación del servicio de aseo en situaciones de emergencia.
										10.1
1.1 Resistencia del usuario a las nuevas tarifas.	2.1 Insuficiente capacidad instalada por parte del prestador.	3.1 Insuficientes campañas de sensibilización y rutas selectivas en los municipios.	4.1 Insuficiente capacidad instalada por parte del prestador.	5.1 Falta de incentivos a la comunidad.	6.1 Disminución de la vida útil del sitio de disposición final.	7.1 Dificil acceso a la zona rural, por distancia y malla vial en mal estado.	8.1 Falta de operador y servicios de recolección de escombros.	9.1 Carencia de un programa de gestión de residuos especiales.	10.1 Baja disponibilidad de cestas públicas y campañas ambientales.	Inexistencia de un esquema de gestión de riesgo respecto a la prestación del servicio de aseo.

Fuente: El autor

Figura 25. Árbol de problemas que describe para el departamento de Meta la relación causa-efecto derivada de los problemas descritos en la Tabla 16..



Fuente: El autor

La construcción de los árboles de problemas y objetivos evidenció el siguiente panorama en la prestación del servicio público de aseo en los municipios analizados:

La disposición final de los residuos se establece como medio principal evaluar y proponer esquemas de disposición más eficientes, conjuntamente con la implementación de planes de clausura y de mejoramiento operativo de rellenos sanitarios, con el fin de cumplir con las condiciones sanitarias mínimas en los sitios de disposición final y evitar futuras emergencias sanitarias, además de minimizar los impactos negativos generados por las inadecuadas prácticas de operación que aumentan la imagen negativa y la oposición de la comunidad frente a este tipo de proyectos.

Con los fines y medios propuestos en la recolección y transporte, se busca reducir la cantidad de puntos críticos en los municipios mediante el cumplimiento de horarios y frecuencias de recolección implementando programas de fortalecimiento y adquiriendo equipos para la correcta operación y contingencia en la prestación del servicio.

Con el componente institucional, se pretende que por medio de una actualización tarifaria y del uso del predio se reduzca el rezago tarifario de algunos operadores y así puedan obtener un equilibrio económico aumentando sus ingresos por ventas de servicios.

Los aspectos de recicladores y de aprovechamiento se tiene que la formalización del gremio reciclador, la estructuración de proyectos de aprovechamiento y reciclaje, además de sensibilizaciones a la ciudadanía en dichos aspectos, es la manera como se puede lograr la inclusión de los recicladores, la pérdida de material aprovechable desde la fuente y la adecuación de infraestructura que permita el beneficio de materiales, a la misma vez que se dignifica la labor del reciclador con un empleo estable.

En cuanto a las nuevas actividades a ser prestadas en los municipios por parte de los operadores del servicio de aseo, se debe velar para adquirir el equipo técnico y humano para la ejecución de tales actividades y establecer estrategias que lleven al 100% de cobertura en la prestación y poder cumplir con lo establecido en la resolución 720 de la

CRA y así lograr la disminución de los residuos en vías y áreas públicas en los Municipios que corresponde.

Para los aspectos de los residuos de construcción y “especiales”, se busca que estos no sean acumulados en las vías y lotes baldíos de los municipios, así como aumentar la vida útil de los sitios de disposición final, siendo la única forma de lograrlo, la estructuración e implementación de programas especializados en el manejo de estos residuos, seguido de campañas de sensibilización sobre el adecuado manejo, y para el caso específico de los residuos de construcción, la búsqueda de un lugar idóneo para la disposición de estos residuos que cumpla con todos los lineamientos técnicos exigidos por las autoridades ambientales.

En cuanto al aspecto de la zona rural, el aumento de la cobertura y las frecuencias de recolección para darle el manejo adecuado a los residuos, se logra mediante la generación de estrategias que logren adecuar las vías de acceso, y así facilite la presencia de algún prestador de servicio público de aseo.

Para el aspecto de gestión del riesgo, se debe elaborar el plan de emergencia y contingencia asociado al servicio público de aseo que permita establecer el esquema de gestión y así lograr la preparación del personal ante una emergencia actuando de manera oportuna y efectiva.

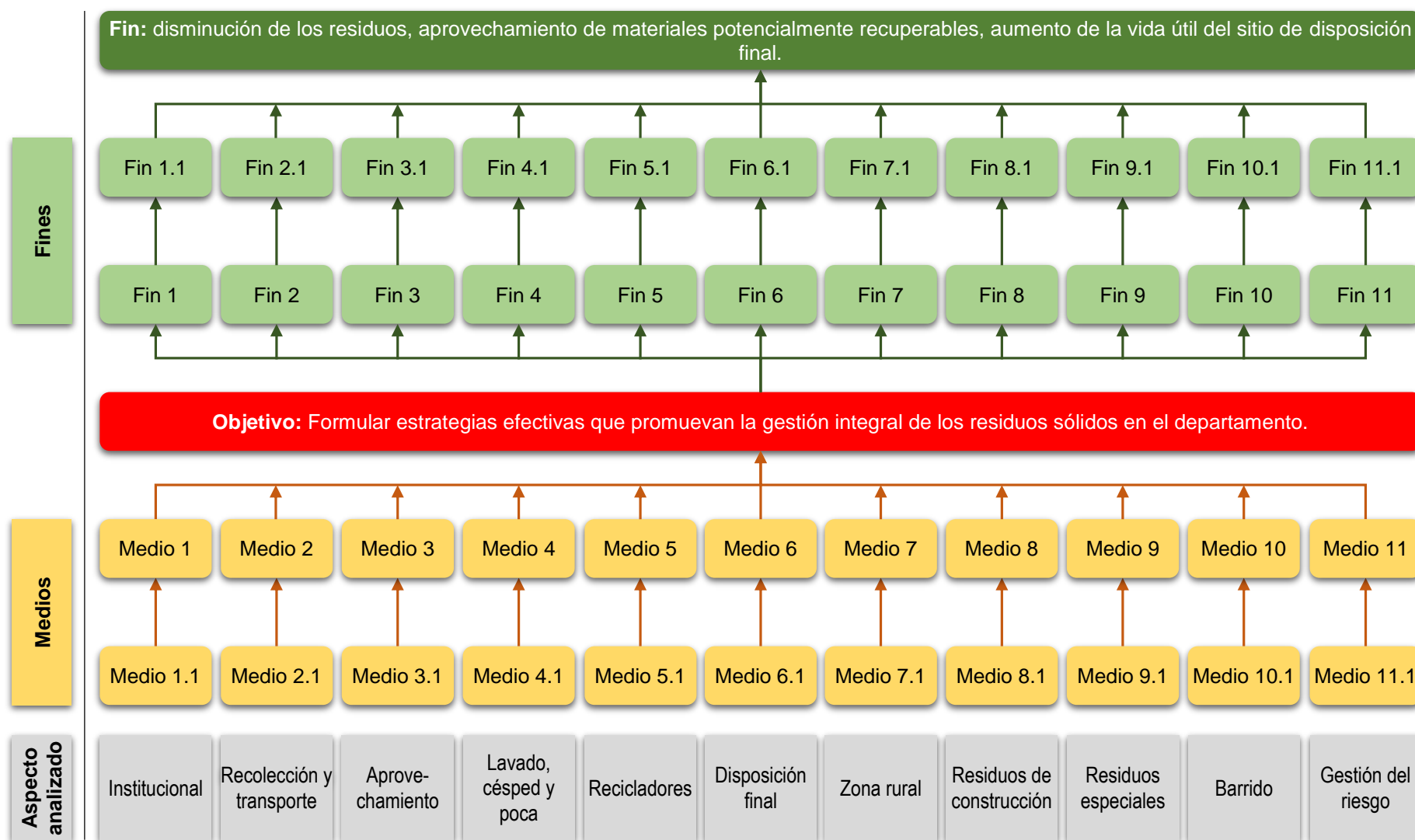
Tabla 17. Matriz de medios y fines por aspectos de análisis definida por las mesas interdisciplinarias de trabajo según la información recolectada en los 19 municipios estudiados, con el fin de elaborar el árbol de problemas del departamento de Meta

	Institucion al	Recolección y transporte	Aprove- chamiento	Lavado, césped y poda	Recicladores	Disposición final	Zona rural	Residuos		Barrido	Gestión del riesgo
								de construcción	Residuos especiales		
Fines	1.1	2.1 Aumento	3.1 Incremento	4.1 Cumplir	5.1	6.1 Cumplir	7.1	8.1 Contar	9.1 No	10.1	11.1
	Equilibrio económico del prestador	de la capacidad de respuesta en las contingencias de la prestación del servicio.	de materiales recuperados y apertura de comercialización.	adecuadamente los índices de calidad, cobertura y continuidad.	Incrementar toneladas aprovechadas.	con la normas, impedir una emergencia sanitaria, evitar sanciones.	Erradicación de los puntos críticos, correcto manejo y disposición de residuos en la zona rural.	con una alternativa de disposición de escombros, no afectar la vida útil del relleno.	afectar la vida útil del relleno.	Aumento en la cobertura del barrido, mejoramiento o visual de puntos críticos y vías principales.	Atención oportuna ante cualquier emergencia.
	1. Aumento	2. Limpieza y	3. Aumento en	4. Prestar los	5. Generar	6. Operar	7. en la	8. Evitar la	9. Evitar la	10.	11.
	en el nivel	erradicación	la cultura de	nuevos	empleo,	adecuadamente	cobertura	acumulación	acumulación	Disminución	Preparación
	de recaudo	de puntos	reciclaje,	servicios con	recuperación y	te el relleno,	y/o	de RDC en	n de R.E	de residuos	para la
	de aseo	críticos.	reducción de	el 100% de	comercialización	evitar los	alternativa	vías y lotes	en vías y	sólidos en	actuación en
			residuos	cobertura en	de material	riesgos en la	s para la	Baldíos.	lotes	las vías y	emergencias
			aprovechables	las nuevas	aprovechable.	salud	disposición		Baldíos.	áreas	y
			transportados	actividades		humana,	final en la			públicas uso	contingencias
			al relleno	(Res. 720)		evitar la	zona rural.			adecuado	s.
			sanitario.			acumulación				de las	
						de residuos.					

	Residuos									
	Institucion al	Recolección y transporte	Aprove- chamiento	Lavado, césped y poda	Recicladores	Disposición final	Zona rural	de construcción	Residuos especiales	Gestión del riesgo
Medios									cestas públicas.	
	1.1	2.	3. Campañas	4. Capacitar y	5. Inclusión	6.	7. Contar	8. Tramitar y	9. Generar	11. Elaborar
	Actualizar el estudio de costos y tarifas y el catastro de usuarios	Implementaci ón de programas de fortalecimient o a los planes operativos.	pilotos de cultura ciudadana de separación en la fuente.	contratar personal para las nuevas actividades.	Formalización y asociación del gremio reciclador en las actividades reciclaje PGIRS.	Implementació n de planes de mejoramiento operativo y trámite para la obtención de la autorización ambiental.	con un prestador servicio público de aseo en la zona rural.	ejecutar la autorización ambiental para establecer la Escombrera Municipal.	campañas de capacitació n a los usuarios sobre el manejo adecuado de los residuos especiales.	Fortalecer la cultura de adecuada disposición de residuos en vías y áreas públicas.
	1.	2.1	3.1	4.1 Adquirir	5.1	6.1 Evaluación	7.1	8.1 Contar	9.1	11.1
	Sensibilizar a los usuarios del pago del servicio de aseo	Adquisición de equipos por parte del prestador.	Implementació n de incentivos y rutas selectivas en los PGIRS.	las herramientas básicas y estructurar los programas de prestación según los indicadores el PGIRS.	Implementació n de incentivos a la comunidad.	de alternativas de esquemas de disposición de residuos en rellenos regionales	Generar estrategias para facilitar el acceso a la zona Rural.	con un operador especializad o que preste el servicio.	Implantació n de un programa para manejo de los residuos sólidos especiales.	Creación de un esquema de gestión de riesgo respecto a la prestación del servicio de aseo.

Fuente: El autor

Figura 26. Árbol de objetivos que describe la relación medio-fin derivada de los problemas descritos en la (Tabla 17.).



Fuente: El autor

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al revisar y contrastar los resultados obtenidos en el departamento de Meta contra la situación del departamento de Tolima (Colombia), se debe comenzar por mencionar que 28 de los 47 municipios del departamento de Tolima usan dos grandes rellenos sanitarios para hacer la disposición final de sus residuos sólidos: el Parque Industrial La Miel, ubicado cerca de la ciudad de Ibagué (capital del departamento de Tolima), y el Parque Ecológico Praderas del Magdalena, ubicado cerca de la ciudad de Girardot, en el vecino departamento de Cundinamarca (Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Tolima - EDAT S.A. E.S.P. Oficial, 2014). Estos dos rellenos reciben los residuos provenientes de 11 y 17 municipios del Tolima, respectivamente (Tabla 18).

En la comparación hecha en el presente estudio, no se tuvieron en cuenta las ciudades capitales Villavicencio (por no haber sido objeto de estudio) ni Ibagué, con el fin de evitar sesgo en los resultados; solo se compararon ciudades de similares poblaciones entre los dos departamentos.

La producción per cápita (PPC) promedio de residuos sólidos para el departamento del Tolima es alrededor de 0,48 *kg/hab/día* (Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Tolima - EDAT S.A. E.S.P. Oficial, 2014), la cual se encuentra por debajo de la PPC de varios de los municipios objeto de estudio en el departamento de Meta. Incluso, la PPC promedio del Tolima llega a ser alrededor del 50% de la PPC de municipios del Meta como La Macarena, San Juanito, El Calvario y Barranca de Upía. Solo los municipios La Uribe, Puerto Concordia y Lejanías presentaron PPC por debajo del valor promedio de PPC para el Tolima (Figura 27.).

A los rellenos sanitarios usados en el departamento de Tolima llegan en promedio unas 142 *t/mes* de residuos sólidos (Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Tolima - EDAT S.A. E.S.P. Oficial, 2014), cantidad mayor que la producida en la mayoría de los municipios del Meta que fueron objeto de estudio. La excepción a lo anterior la presenta

el municipio de Granada, con alrededor de 1700 *t/mes*, y los municipios de Cumaral y Restrepo, con cerca de 300 *t/mes* (Figura 28.).

En este sentido, los municipios en estudio del departamento de Meta presentaron mayor PPC, pero el departamento de Tolima colectaba una mayor cantidad de residuos sólidos, hecho atribuible al número de habitantes de los municipios que disponen en los rellenos antes mencionados (Tabla 18).

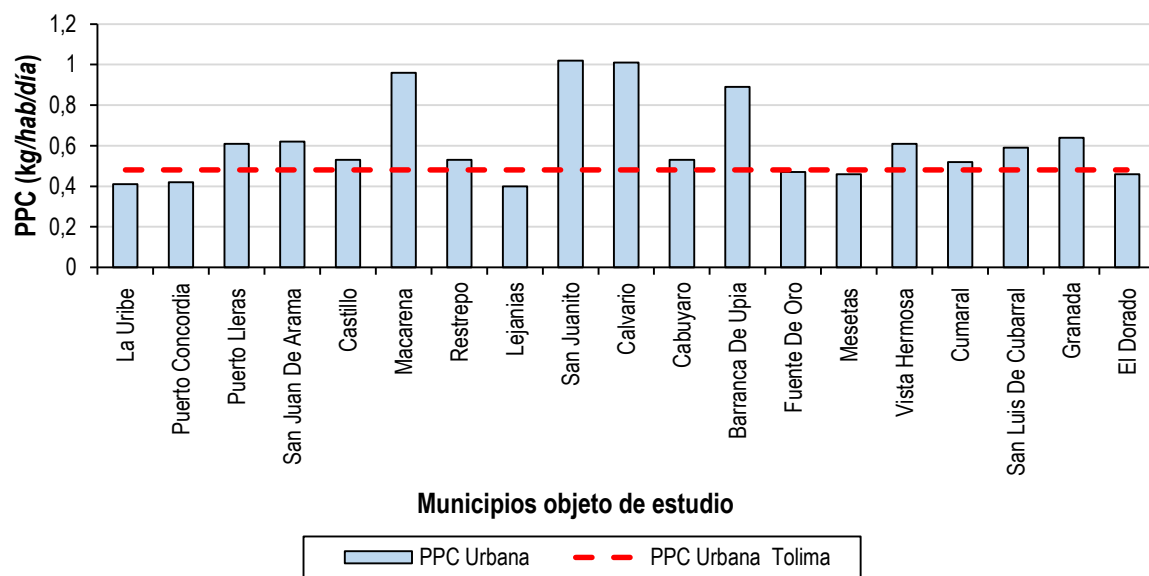
Tabla 18. Municipios del departamento de Tolima que disponen sus residuos sólidos en los rellenos sanitarios regionales.

Relleno sanitario	Municipio
La Miel	Alvarado
	Ambalema
	Anzoátegui
	Cajamarca
	Ibagué
	Piedras
	Rovira
	San Luis
	Santa Isabel
	Valle de San Juan
	Venadillo
Praderas del Magdalena	Armero
	Carmen de Apicalá
	Coello
	Cunday
	Dolores
	Espinal
	Flandes
	Guamo

Relleno sanitario	Municipio
	Icononzo
	Lérida
	Líbano
	Melgar
	Prado
	Saldaña
	San Antonio
	Suárez
	Villarrica

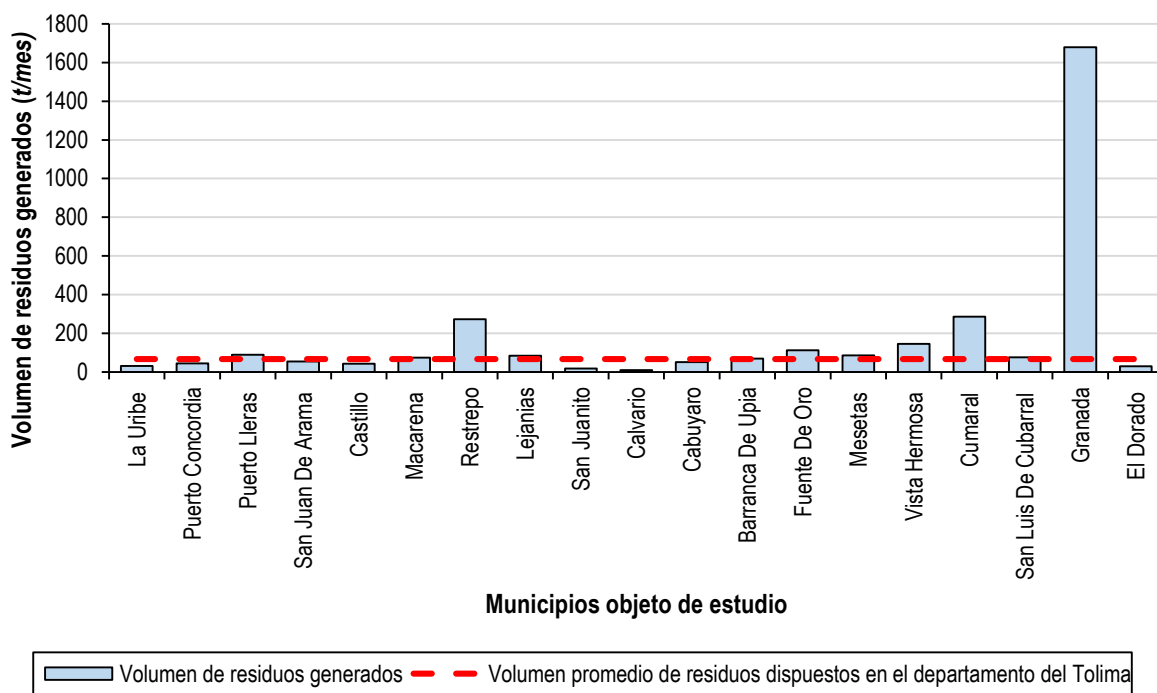
Fuente: El autor

Figura 27. Comparación de la producción per cápita (PPC) de residuos sólidos de los municipios estudiados contra la PPC urbana de residuos sólidos promedio del departamento del Tolima.



Fuente: El autor

Figura 28. Comparación entre las cantidades (t/mes) de residuos sólidos llevados a los lugares de disposición final de los municipios del departamento de Meta y el promedio general del departamento de Tolima.

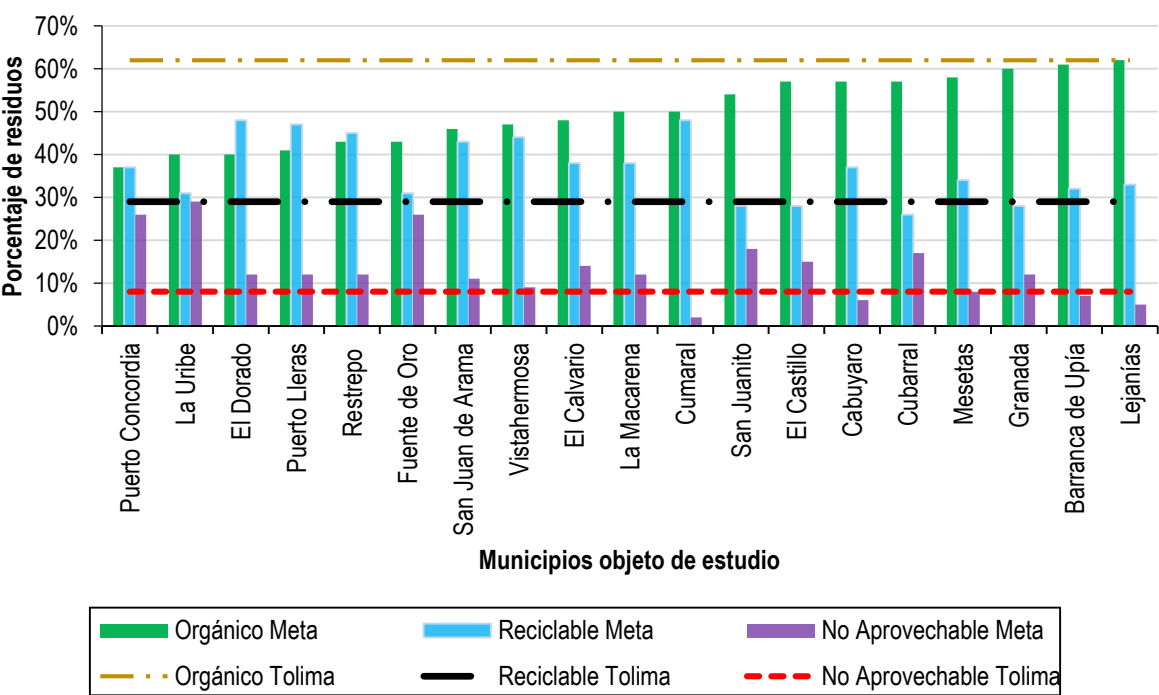


Fuente: El autor

Según DANE (2014), en los municipios en estudio del departamento de Meta vivían alrededor de 136.000 personas, mientras que en los municipios del departamento de Tolima que disponen en rellenos sanitarios regionales, sin contar la capital Ibagué, vivían alrededor de 272.000 personas.

Cuando se clasificaron los residuos sólidos en las categorías Orgánico, Reciclable y No Aprovechable, se encontró que el volumen de residuos orgánicos en los municipios objeto de estudio en el Meta era menor que el promedio para el departamento de Tolima, el cual es cercano al 62% del total de residuos (Figura 29.).

Figura 29. Caracterización general de los residuos sólidos de los municipios objeto de estudio en el departamento de Meta *versus* la caracterización media de los residuos del departamento de Tolima.



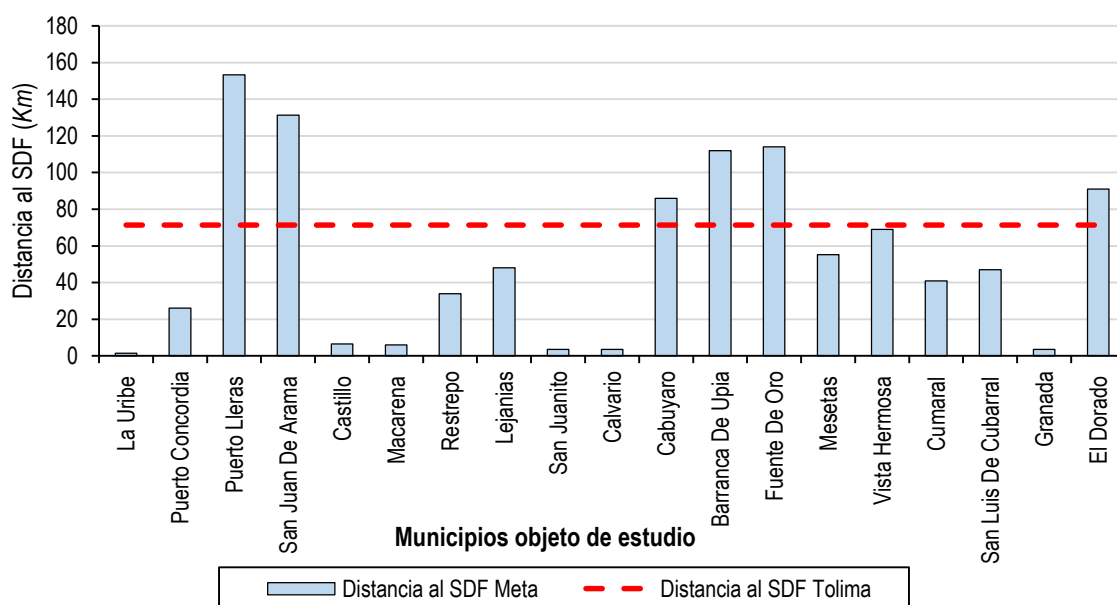
Fuente: El autor

Por el contrario, la porción de materiales potencialmente reciclables fue mayor en la gran mayoría de los municipios en estudio con respecto al 29% aproximado para el departamento de Tolima. En cuanto a los residuos no aprovechables, hay municipios del Meta que superan ampliamente el promedio del Tolima, como en los casos de los municipios Puerto Concordia, La Uribe y Fuente de Oro, mientras que el resto se encuentra con valores muy cercanos al promedio (Figura 29.).

Todo esto evidencia el potencial de material reciclable que tienen los residuos sólidos en el departamento de Meta, por lo que la implantación de las plantas de aprovechamiento de residuos sólidos (PARS) sería una buena opción económica para los operadores regionales de los rellenos sanitarios propuestos.

Asimismo, la distancia promedio (*km*) que se debe recorrer en el departamento de Tolima para llevar los residuos sólidos hasta el sitio de disposición final (SDF) regional fue menor que la encontrada en los municipios objeto de estudio en el departamento de Meta (Figura 30).

Figura 30. Comparación entre las distancias actuales desde los centroides urbanos hasta los sitios de disposición final (SDF) en el departamento del Meta y la distancia recorrida en promedio desde los centroides urbanos hasta los SDF en el Tolima.



Fuente: El autor

Si se analiza la situación desde la perspectiva económica, al realizar una inversión en la construcción de sitios de disposición final en cada municipio, se estaría proyectando a recuperar esa inversión a largo plazo, ya que el costo de combustible para la operación de los vehículos se vería reducido al tener que recorrer menores distancias.

Desde la perspectiva ambiental, se debe tener en cuenta que el desplazamiento de residuos expone los mismos a las condiciones ambientales, que pueden dañar o degradar parte del material que espera aprovechar. Por esta razón, si las distancias hasta los SDF son menores, los tiempos de transporte también se disminuyen, se reduce

el riesgo de degradación del material y esto se traduce en un mejor aprovechamiento de las fracciones útiles de estos residuos.

En ambos casos existe un beneficio para las comunidades y municipios que hacen parte de este estudio, ya que representaría la disminución de las distancias que recorren los residuos actualmente si se acogiera el esquema de regionalización propuesto en el presente estudio.

6. PROPUESTA PARA LA GESTIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

6.1 PRIORIZACION DE PROBLEMAS

La construcción del árbol de problemas evidenció que todos los aspectos de prestación del servicio de aseo presentaban falencias en los municipios objeto de estudio y requerían acciones de mejora para garantizar lo estipulado en la Ley 142 de 1994 sobre calidad, cobertura y continuidad.

Para poder plantear alternativas de solución a la problemática encontrada, era necesario priorizar los problemas con ayuda de las mesas de trabajo interdisciplinario conformadas y la aplicación del instrumento que fue diseñado para tal fin.

En este sentido, los problemas evidenciados durante la construcción del árbol de problemas (Tabla 19.) fueron cargados a la tabla dinámica diseñada para priorizar problemas y sometidos a la evaluación multicriterio con apoyo de las mesas de trabajo interdisciplinario (Tabla 20.). El instrumento generó unos cálculos y salidas de información (Tabla 21.) que permitieron identificar los problemas más reiterativos o significativos en los municipios analizados y ordenarlos según la prioridad definida por la mesa de trabajo (Tabla 22.). La calificación obtenida por cada problema sirvió también para definir la viabilidad o no de que este fuera atendido en forma prioritaria.

Al finalizar el proceso, se encontró que solo es posible darle solución en el corto tiempo a ocho de los 22 problemas analizados, en donde el más relevante fue las falencias en la disposición final de residuos sólidos (Tabla 22.).

Tabla 19. Lista resumen de los problemas identificados en gestión de residuos sólidos para el departamento de Meta, según los aspectos analizados.

Aspecto	Problemas
Institucional	1. Bajo recaudo del servicio público de aseo por implementación del nuevo régimen tarifario. 2. Resistencia del usuario a las nuevas tarifas.
Recolección y transporte	3. Incumplimiento de frecuencias de recolección. 4. Insuficiente capacidad instalada por parte del prestador.
Aprovechamiento	5. Cambio de gobierno local y falta de continuidad de programas de gestión de residuos. 6. Insuficientes campañas de sensibilización y rutas selectivas en los municipios.
Lavado, césped y poda	7. Falta de implementación de nuevos servicios de operación según la Resolución N° 720. 8. Insuficiente capacidad instalada por parte del prestador
Recicladores	9. Insuficientes acciones, para el fortalecimiento del gremio reciclador en su labor. 10. Falta de incentivos a la comunidad.
Disposición final	11. Falencias en la operación del sitio de disposición final y falta de autorización ambiental del sitio de disposición final. 12. Disminución de la vida útil del sitio de disposición final.
Zona rural	13. Inviabilidad económica y tarifaria para el prestador en la zona rural. 14. Dificil acceso a la zona Rural, por su distancia y malla vial.
Residuos de construcción	15. Ausencia de Escombrera Municipal. 16. Falta de operador y servicios de recolección de escombros.
Residuos especiales	17. Desconocimiento de los usuarios sobre el manejo y recolección y disposición de los residuos especiales. 18. Carencia de un programa de gestión de residuos especiales.
Barrido	19. Deficiencias en el plan operativo cobertura, continuidad y mapeo de rutas.

Aspecto	Problemas
Gestión del riesgo	20. Baja disponibilidad de cestas públicas y campañas ambientales.
	21. Desconocimiento de los riesgos asociados a la prestación del servicio de aseo en situaciones de emergencia.
	22. Inexistencia de un esquema de gestión de riesgo respecto a la prestación del servicio de aseo.

Fuente: El autor

Tabla 20. Evaluación multicriterio dada por la mesa interdisciplinaria a los problemas en gestión de residuos sólidos identificados para el departamento de Meta.

Factor / Criterio	1. Institucional		2. Recolección y transporte		3. Aprovechamiento		4. Lavado, césped y poda		5. Recicladores		6. Disposición final		7. Zona rural		8. R. Construcción		9. R. Especiales		10. Barrido		11. G. Riesgo	
	Probl. 1	Probl. 2	Probl. 3	Probl. 4	Probl. 5	Probl. 6	Probl. 7	Probl. 8	Probl. 9	Probl. 10	Probl. 11	Probl. 12	Probl. 13	Probl. 14	Probl. 15	Probl. 16	Probl. 17	Probl. 18	Probl. 19	Probl. 20	Probl. 21	Probl. 22
Factor Económico																						
Disponibilidad de recursos	S	NA	S	N	N	N	N	N	S	S	S	S	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S
Viabilidad de operación	NA	NA	N	S	S	S	N	N	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S
Costos por mantenimiento	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N
Costos ambientales	NA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Costos por estudios complementarios	S	S	N	N	N	S	S	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S
Altos costos de inversión	N	N	S	S	N	N	N	S	S	S	N	NA	S	S	N	N	S	S	N	N	S	S
Capacidad de pago de la población	S	N	S	S	NA	NA	N	N	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S	N	N
Factor Técnico																						
Capacidad técnica	NA	N	N	N	S	S	N	N	S	S	S	S	N	N	S	S	NA	NA	S	S	N	N
Infraestructura	S	NA	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	N	N	N	N	S	S	S	S	N	N
Competencias y Mano de obra	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Factor Ambiental																						
Riesgos ambientales	NA	NA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Impacto ambiental	NA	NA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Beneficios ambientales	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Usos del suelo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	S	S	NA	NA	S	S	S	S	NA	NA	NA	NA
Permisos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	S	S	NA	NA	S	S	S	S	NA	NA	NA	NA
Factor social																						
Aceptabilidad del Problema	N	N	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S
Aumento de Cobertura	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	NA
Incremento población beneficiada	N	N	NA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	NA	NA	NA	S
Población Rural	N	N	NA	S	S	S	NA	NA	S	S	S	S	S	S	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	S

* Probl = Problema

Fuente: El autor

Tabla 21. Imagen de la salida presentada por el instrumento diseñado para priorizar los problemas evidenciados en la gestión de residuos sólidos en el departamento de Meta.

Factor / Criterio	1. Institucional		2. Recolección y transporte		3. Aprovechamiento		4. Lavado, céspedes y poda		5. Recicladores		6. Disposición final		7. Zona rural		8. R. Construcción		9. R. Especiales		10. Barrido		11. G. Riesgo	
	Probl. 1	Probl. 2	Probl. 3	Probl. 4	Probl. 5	Probl. 6	Probl. 7	Probl. 8	Probl. 9	Probl. 10	Probl. 11	Probl. 12	Probl. 13	Probl. 14	Probl. 15	Probl. 16	Probl. 17	Probl. 18	Probl. 19	Probl. 20	Probl. 21	Probl. 22
Factor Económico	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%
Disponibilidad de recursos	8,00%	0,00%	5,71%	-5,71%	-6,67%	-6,67%	-5,71%	-5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	6,67%	-5,71%	-5,71%	-5,71%	-5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%
Viabilidad de operación	0,00%	0,00%	-5,71%	5,71%	6,67%	6,67%	-5,71%	-5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	6,67%	-5,71%	-5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%
Costos por mantenimiento	-8,00%	-8,00%	-5,71%	-5,71%	-6,67%	-6,67%	-5,71%	-5,71%	-5,71%	-5,71%	-5,71%	-6,67%	-5,71%	-5,71%	0,00%	-5,71%	-5,71%	-5,71%	-5,71%	-5,71%	5,71%	5,71%
Costos ambientales	0,00%	8,00%	5,71%	5,71%	6,67%	6,67%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	6,67%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%
Costos por estudios complementarios	-8,00%	-8,00%	5,71%	5,71%	6,67%	-6,67%	-5,71%	5,71%	5,71%	-5,71%	-5,71%	-6,67%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	-5,71%	-5,71%
Altos costos de inversión	8,00%	8,00%	-5,71%	-5,71%	6,67%	6,67%	5,71%	-5,71%	-5,71%	-5,71%	5,71%	0,00%	-5,71%	0,00%	5,71%	5,71%	-5,71%	-5,71%	5,71%	5,71%	-5,71%	-5,71%
Capacidad de pago de la población	8,00%	-8,00%	5,71%	5,71%	0,00%	0,00%	-5,71%	-5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	6,67%	-5,71%	-5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	5,71%	-5,71%	-5,71%
Factor Técnico	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Capacidad técnica	0,00%	-10,00%	-6,67%	-6,67%	6,67%	6,67%	-6,67%	-6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	-6,67%	-6,67%	6,67%	6,67%	0,00%	0,00%	6,67%	6,67%	-6,67%	-6,67%
Infraestructura	10,00%	0,00%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	-6,67%	-6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	-6,67%	-6,67%	-6,67%	-6,67%	10,00%	10,00%	6,67%	6,67%	-6,67%	-6,67%
Competencias y Mano de obra	10,00%	10,00%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	10,00%	10,00%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%
Factor Ambiental	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Riesgos ambientales	0,00%	0,00%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	4,00%	4,00%	6,67%	6,67%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%
Impacto ambiental	0,00%	0,00%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	4,00%	4,00%	6,67%	6,67%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%
Beneficios ambientales	20,00%	20,00%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	4,00%	4,00%	6,67%	6,67%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	6,67%	-6,67%	6,67%	6,67%
Usos del suelo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,00%	4,00%	0,00%	0,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Permisos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,00%	4,00%	0,00%	0,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Factor social	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Aceptabilidad del Problema	-5,00%	-5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	-10,00%	-5,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	-5,00%	5,00%
Aumento de Cobertura	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	-5,00%	0,00%
Incremento población beneficiada	-5,00%	-5,00%	0,00%	5,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,00%
Población Rural	-5,00%	-5,00%	0,00%	5,00%	5,00%	5,00%	0,00%	0,00%	5,00%	5,00%	10,00%	5,00%	5,00%	5,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,00%
* Probl = Problema																						
GRAN TOTAL	38,00%	2,00%	52,38%	52,38%	73,33%	60,00%	6,19%	1,19%	77,14%	65,71%	97,14%	73,33%	16,19%	27,62%	73,81%	58,81%	72,14%	72,14%	88,57%	65,24%	9,05%	34,05%
CONCEPTO	No Viable	No Viable	No Viable	No Viable	Viable	No Viable	No Viable	No Viable	Viable	No Viable	Viable	Viable	No Viable	No Viable	Viable	No Viable	Viable	Viable	Viable	No Viable	No Viable	No Viable

Fuente: El autor

Tabla 22. Resultados de la evaluación de los problemas en la gestión de residuos sólidos en el departamento de Meta evidenciados en el presente estudio.

Problema	Evaluación Concepto*	
11. Falencias en la operación del sitio de disposición final y falta de autorización ambiental del sitio de disposición final.	97%	Viable
19. Deficiencias en el plan operativo cobertura, continuidad y mapeo de rutas.	89%	Viable
9. Insuficientes acciones, para el fortalecimiento del gremio reciclador en su labor.	77%	Viable
15. Ausencia de escombrera municipal.	74%	Viable
5. Cambio de gobierno local y falta de continuidad de programas de gestión de residuos.	73%	Viable
12. Disminución de la vida útil del sitio de disposición final.	73%	Viable
17. Desconocimiento de los usuarios sobre el manejo y recolección y disposición de los residuos especiales.	72%	Viable
18. Carencia de un programa de gestión de residuos especiales.	72%	Viable
10. Falta de incentivos a la comunidad.	66%	No Viable
20. Baja disponibilidad de cestas públicas y campañas ambientales.	65%	No Viable
6. Insuficientes campañas de sensibilización y rutas selectivas en los municipios.	60%	No Viable
16. Falta de operador y servicios de recolección de escombros.	59%	No Viable
3. Incumplimiento de frecuencias de recolección.	52%	No Viable
4. Insuficiente capacidad instalada por parte del prestador.	52%	No Viable
1. Bajo recaudo del servicio público de aseo por implementación del nuevo régimen tarifario.	38%	No Viable
22. Inexistencia de un esquema de gestión de riesgo respecto a la prestación del servicio de aseo.	34%	No Viable

Problema	Evaluación	Concepto*
14. Dificil acceso a la zona rural, por su distancia y malla vial.	28%	No Viable
13. Inviabilidad económica y tarifaria para el prestador en la zona rural.	16%	No Viable
21. Desconocimiento de los riesgos asociados a la prestación del servicio de aseo en situaciones de emergencia.	9%	No Viable
7. Falta de implementación de nuevos servicios de operación según la Resolución N° 720.	6%	No Viable
2. Resistencia del usuario a las nuevas tarifas.	2%	No Viable
8. Insuficiente capacidad instalada por parte del prestador.	1%	No Viable

*: el concepto hace alusión a la viabilidad, o no, de priorizar el problema evaluado.

Fuente: El autor

La problemática encontrada le genera al departamento de Meta el reto de buscar esquemas de operación alternativos para el servicio de recolección y disposición final de residuos, que sean más eficientes, se beneficien de las economías de escala, tengan visión regional y, finalmente, aumenten la cobertura de manera eficaz, con prestación de un servicio de calidad que minimice las afectaciones al medio ambiente.

El esquema operativo alternativo debe centrarse en el cumplimiento de cuatro puntos importantes:

- Garantizar una prestación del servicio con calidad en todos los municipios.
- Buscar que los recursos disponibles para inversión garanticen el cierre financiero.
- Fijar las tarifas de acuerdo con un marco que cumpla con la regulación, pero minimice el impacto hacia el usuario.
- El prestador del servicio que se vincule debe ser especializado en la operación y comercialización del servicio de aseo.

En este sentido, una de las primeras alternativas a ser analizada es la posibilidad de regionalizar el servicio público de aseo en el departamento. Esta alternativa permitiría mejoras en los niveles técnico, operativo y comercial que se traducirían en beneficios económicos, sociales y ambientales (Tabla 23.).

Tabla 23. Ventajas de la implantación de esquemas regionales de prestación de servicio.

Tipo	Descripción
Ambientales	1. Logrará minimizar los impactos ambientales causados por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos.
	2. Se evitará la proliferación de vectores por residuos en lotes y vías disminuyendo la probabilidad de contaminación de fuentes hídricas.
	3. Se logrará operar técnica y adecuadamente el Relleno Sanitario, garantizando las obras de cierre y clausura.
	4. Se cumplirá con la normatividad ambiental para el manejo de los residuos sólidos.
Sociales	1. Formalización de los trabajadores, generación de empleo legal.
	2. Capacitación a los usuarios, generación de cultura ciudadana frente al pago y adecuado manejo de los residuos.
	3. Implantación de mecanismos de atención al usuario como canal de comunicación permanente con la unidad.
Operativas	1. Simplifica la operación, con una sola entidad que realice la gestión y manejo del servicio.
	2. Establece estándares de calidad, cobertura y continuidad para garantizar la adecuada prestación de los servicios.
	3. Garantiza la extensión y mantenimiento de la cobertura a todos los usuarios incluyendo el área rural.
	4. Establecimiento de alianzas estratégicas entre municipios que reduzcan la inversión de recursos en la recolección y disposición final de los residuos.

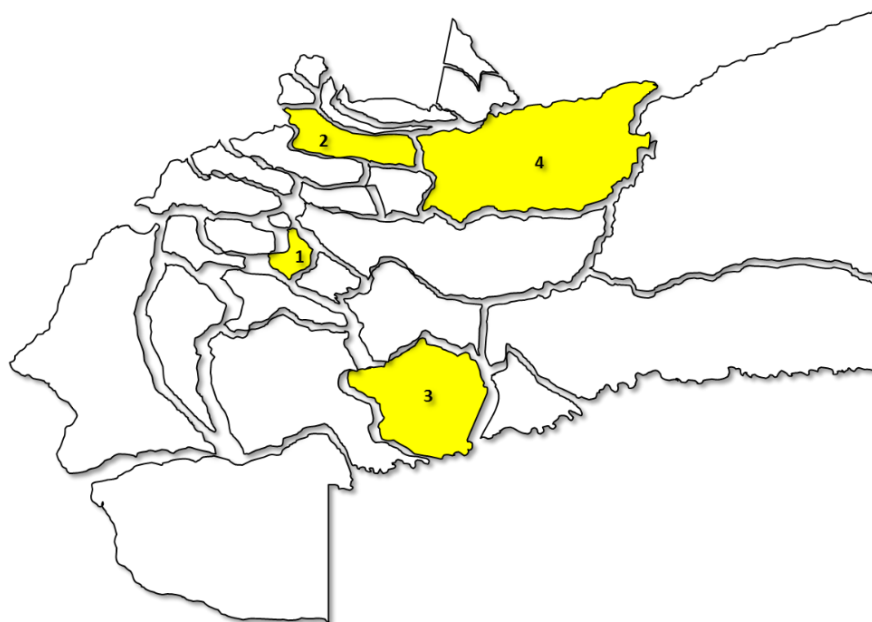
Tipo	Descripción
Financieras	1. Centraliza la información, reducir costos indirectos asociados a la tarifa (arbitrios) que finalmente se trasladarían a los usuarios.
	2. Permite reducir la tarifa final al manejar economías de escala bajo el criterio de suficiencia financiera, hecho que garantiza la disminución de tarifas por costos de operación compartidos.
	3. Aumenta la posibilidad de financiación con el cumplimiento de estándares económicos, ambientales y sociales.
	4. Si se reciben aportes solidarios, se podrán maximizar los subsidios a otorgar.
Legales	1. Garantiza la prestación del servicio integral de aseo (recolección, barrido, disposición final y comercialización).
	2. Mejora los mecanismos de control y vigilancia bajo la premisa de la centralización.

Fuente: El autor

6.2 REGIONALIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL SERVICIO DE ASEO.

En el departamento de Meta se han realizado avances en los últimos años respecto a la planeación y formalización del servicio de aseo en gran parte de su territorio. Dichos avances se consiguieron mediante la ejecución de consultorías para formular los PGIRS y el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), en el marco del Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (2010). En estas consultorías se definieron los municipios en donde se podría realizar la construcción de rellenos sanitarios regionales (Figura 31.).

Figura 31. Mapa de municipios propuestos en el esquema de regionalización para albergar rellenos sanitarios regionales: 1. Granada 2. Villavicencio 3. Puerto Rico 4. Puerto López.



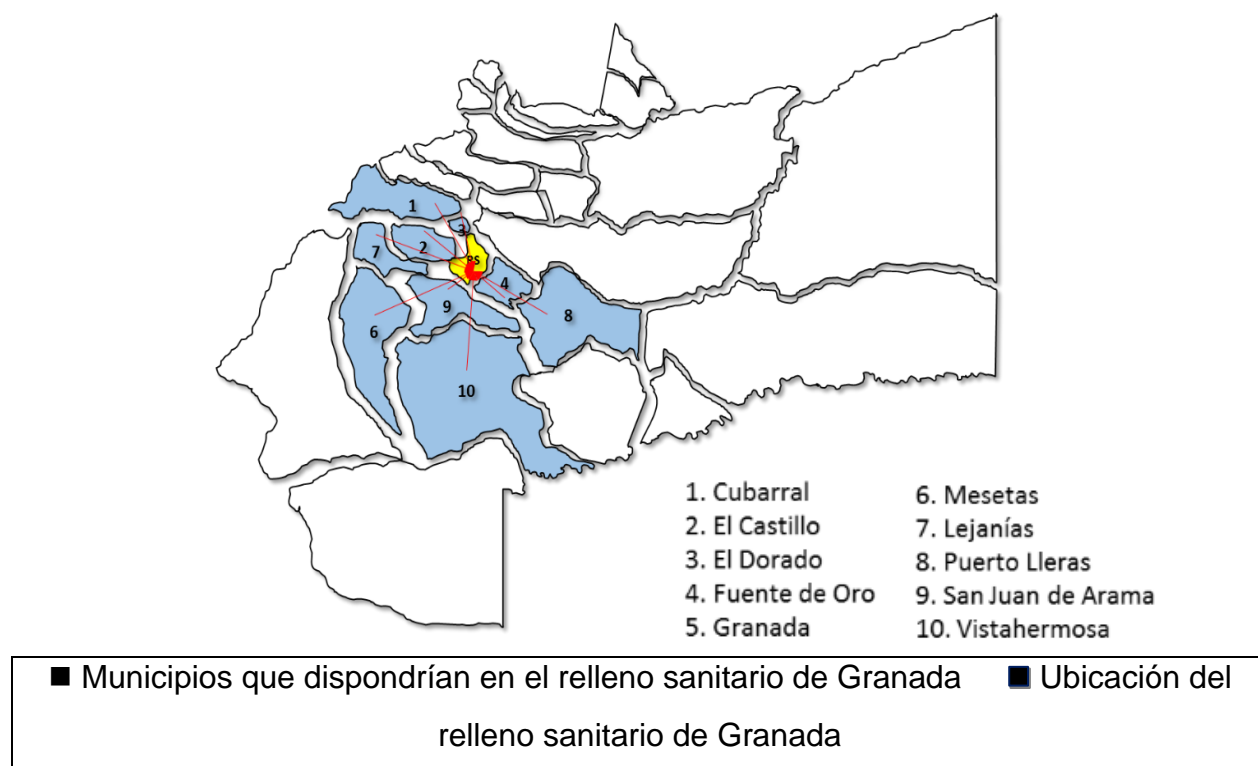
Fuente: El autor

Con base en lo anterior, se formuló una propuesta de regionalización de los componentes de recolección, transporte y disposición final de los municipios estudiados, en donde se contempla un esquema de 4 grandes zonas, conformadas por municipios aledaños a los sitios de disposición final, y operada por 4 diferentes prestadores especializados.

La regionalización deberá estar acompañada de la constitución de plantas de aprovechamiento de residuos sólidos (PARS) que faciliten el aprovechamiento de parte de los residuos que lleguen a los sitios de disposición final, con el ánimo de reducir el volumen de los mismos que se dispone y aumentar la vida útil de los rellenos. A su vez, las PARS requieren la implantación de mecanismos de educación y vinculación a los usuarios (para que separen los RSD en la fuente) y del gremio reciclador (para que sean incluidos en el esquema de reciclaje y se dignifique su trabajo).

6.2.1 Regional Alto Ariari. Esta regional estaría conformada por 10 de los municipios en estudio que ocupan la parte central del departamento de Meta (Figura 32.).

Figura 32. Municipios que se proponen para conformar la regional Alto Ariari, los cuales dispondrían sus residuos en el relleno sanitario ubicado en el municipio de Granada.



Fuente: El autor

Se espera que en la zona del Alto Ariari se generen 2395 t/mes de residuos (Tabla 24.), las cuales serán dispuestas y tratadas en el relleno sanitario del municipio de Granada. La distancia proyectada a recorrer no superara los 73 km, lo que debería representar una disminución en los sobrecostos de transporte de los residuos. Es importante resaltar que, de acuerdo con los datos observados anteriormente en este documento (Figura 9.), municipios con una alta producción de residuos presentarán una ventaja estratégica al disponer sus residuos sólidos a distancias más cortas del centroide municipal.

Tabla 24. Producción esperada de residuos sólidos por municipio (*t/mes*) y distancia de transporte proyectada (*km*) entre los centroides de los municipios que conformarían la regional Alto Ariari y el relleno sanitario en el municipio de Granada, Meta.

N°	Municipio	Volumen de residuos (<i>t/mes</i>)	Distancia proyectada (<i>km</i>)
1	Cubarral	75,0	44
2	El Castillo	42,0	73
3	El Dorado	30,0	53
4	Fuente de Oro	112,0	16
5	Granada	1680,0	3
6	Mesetas	85,0	69
7	Lejanías	84,0	45
8	Puerto Lleras	88,1	56
9	San Juan de Arama	54,5	38
10	Vistahermosa	145,0	66
Total		2395,6	

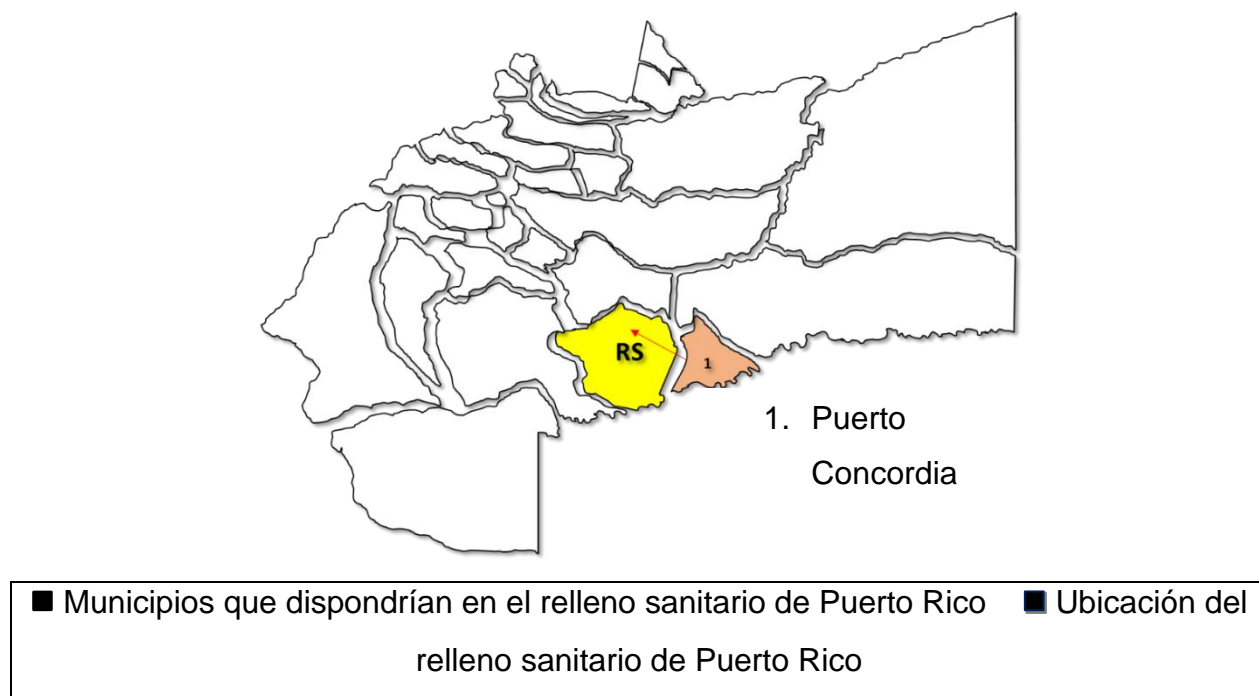
Fuente: El autor

Se debe tener en cuenta que ninguno de los municipios propuestos para conformar la regional Alto Ariari cuenta con lugares de disposición alternos que funcionen de manera adecuada y, debido a que las distancias de transporte son viables en el sentido económico, es más provechoso disponer sus residuos sólidos en el municipio de Granada que hacerlo en otros municipios.

Regional Río Meta. Esta regional estaría conformada solo por Cabuyaro, uno de los municipios en estudio que se encuentra en la parte Nororiental del departamento de Meta para el cual se propone que disponga sus residuos en el relleno sanitario en Puerto López.

6.2.2 Regional Bajo Ariari. Esta regional estaría conformada por Puerto concordia, uno de los municipios en estudio que está localizado en la parte Suroriental del departamento (Figura 33.). Se espera que el municipio de Puerto Concordia produzca unas 43 *t/mes* de residuos, los cuales serían dispuestos a 56 *km* de distancia en el municipio de Puerto Rico.

Figura 33. Ubicación de los municipios que conformarían la regional Bajo Ariari y que dispondría sus residuos en el relleno sanitario ubicado en el municipio de Puerto Rico.

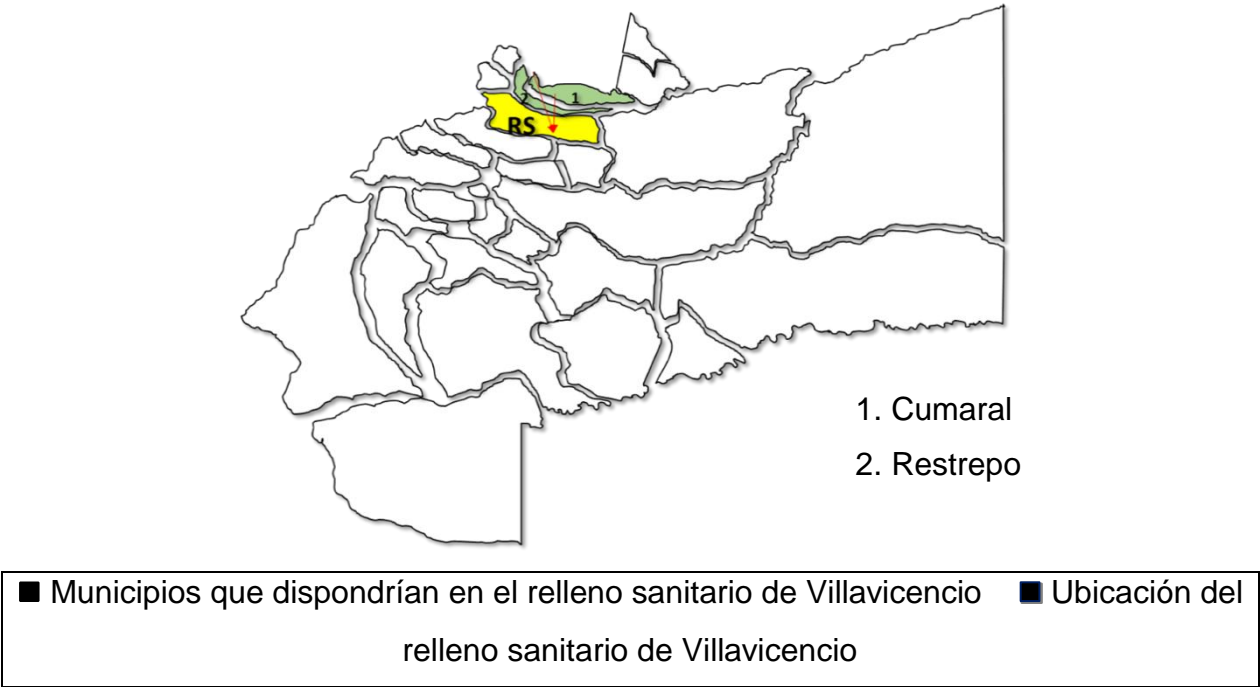


Fuente: El autor

6.2.3 Regional Villavicencio. Esta regional está conformada por dos de los municipios en estudio ubicados en la parte Norte del departamento (Figura 34.).

Se proyecta que el residuo sanitario ubicado en Villavicencio reciba unas 559 *t/mes* de residuos (Tabla 25.), provenientes de los municipios de Cumaral y Restrepo. La distancia proyectada en esta propuesta no superara los 46 *km* desde el centroide municipal hasta el relleno en Villavicencio.

Figura 34. Municipios que conformarían la regional Villavicencio y que dispondrían sus residuos en el relleno sanitario ubicado en el municipio de Villavicencio.



Fuente: El autor

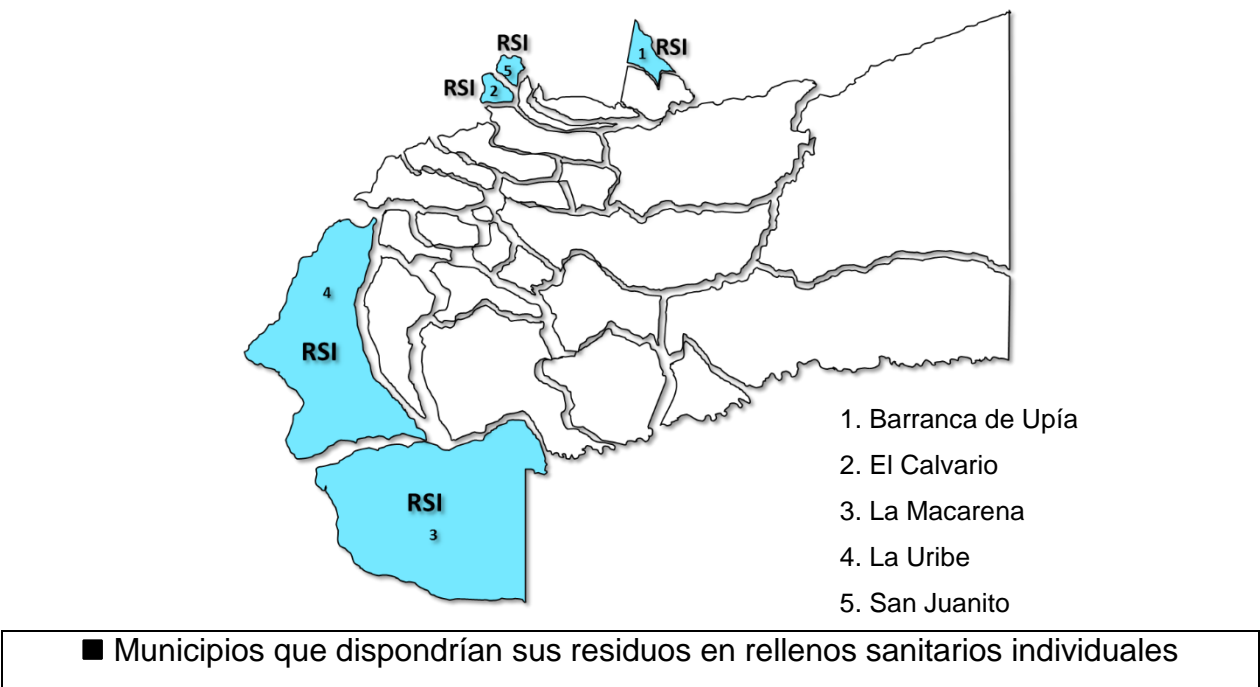
Tabla 25. Producción esperada de residuos sólidos por municipio (*t/mes*) y distancia de transporte proyectada (*km*) entre los centroides de los municipios que conformarían la regional Villavicencio y el relleno sanitario en el municipio de Villavicencio.

N°	Municipio	Cantidad de residuos	Distancia proyectada
		(<i>t/mes</i>)	(<i>km</i>)
1	Cumaral	286	46
2	Restrepo	273	20
Total		559	

Fuente: El autor

6.2.4 Alternativa Individual. Los municipios restantes tienen condiciones geográficas o económicas que hacen inviable la implantación de un esquema regional para la prestación del servicio de aseo, por ello se recomienda que ellos constituyan rellenos sanitarios individuales (Figura 35.).

Figura 35. Ubicación de municipios para los que se propone que constituyan rellenos sanitarios individuales.



Fuente: El autor

Como estos municipios no serían favorecidos con los sistemas regionales para sus componentes de recolección, transporte y disposición final, se propone la inversión en la adquisición de equipos que ayuden a las labores de la gestión integral de los residuos, ya que, para dar cumplimiento a la normatividad vigente, se generan altos costos por la imposibilidad de trasladarlos a otro municipio y aprovechar las economías de escala. En contraste la implementación de rellenos sanitarios individuales evitará que las distancias de transporte estimada superen los 20 *km* (Tabla 26.)

6.3 VIABILIDAD DE LA PROPUESTA DE REGIONALIZACIÓN

Para el caso de estudio del presente documento, los municipios en los cuales se planean ubicar los rellenos sanitarios regionales se verían beneficiados al recibir, de acuerdo con la resolución CRA 720 de 2015, un incentivo por cada tonelada de residuos que se deba tratar (Tabla 27.). De esta manera, se garantiza una adecuada disposición de estos residuos y que se mantenga el proceso a largo plazo. Los incentivos por disposición de

residuos regional y mayores eficiencias provienen de la tarifa de cobro normal del servicio de saneamiento.

Tabla 26. Distancias proyectadas entre los centroides municipales y los rellenos sanitarios en cada municipio propuesto con alternativa individual.

N°	Municipio	Distancia proyectada (km)
1	Barranca de Upía	14
2	El Calvario	10
3	La Macarena	10
4	La Uribe	10
5	San Juanito	20

Fuente: El autor

Tabla 27. Valor total estimado de incentivos por relleno sanitario regional de acuerdo con el número de toneladas totales de residuos dispuesto en cada regional propuesta, según la resolución CRA 720 de 2015.

Municipio	Volumen de residuos recibidos (t/mes)	Incentivo por tonelada dispuesta (COP \$)	Valor total del incentivo (COP \$)
San Martín	2395,6	\$ 1.696,75	\$ 4.064.732,14
Villavicencio	559,0	\$ 1.696,75	\$ 948.482,75
Puerto Rico	43,5	\$ 1.696,75	\$ 73.808,59
Puerto López	51,0	\$ 1.696,75	\$ 86.534,20

Fuente: El autor

Aunque el valor de los incentivos puede considerarse bajo, genera un impacto positivo en la tarifa porque, a la hora de calcularla, el costo del componente de tratamiento y disposición final se vería disminuido en los municipios donde se ubican los rellenos.

Además de este incentivo a los rellenos sanitarios regionales, existe un incentivo al aprovechamiento de residuos definido en el Artículo 88 del Plan Nacional de Desarrollo, que dispone:

Créase un incentivo al aprovechamiento de residuos sólidos en aquellas entidades territoriales en cuyo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) se hayan definido proyectos de aprovechamiento viables. El valor por usuario de dicho incentivo, [sic] se calculará sobre las toneladas de residuos no aprovechables por usuario del servicio público de aseo, como un valor adicional al costo de disposición final de estos residuos. El Gobierno Nacional reglamentará la materia y su implementación podrá ser de forma gradual. (El Congreso de Colombia, 2015, Art. 88)

Aunque todavía está sin reglamentar este Artículo, este también supondría un beneficio económico a la hora de realizar el cálculo tarifario del componente de tratamiento y disposición final.

Es importante resaltar que además del ingreso económico por concepto de incentivos al tratamiento de los residuos, existe un potencial económico en el aprovechamiento de los residuos producidos, de modo que los residuos reusables o reciclables puedan ser explotados a través de las PARS para generar otros ingresos, además, de bienestar ambiental (Tabla 28).

Si bien municipios como Granada tienen la más alta producción de residuos sólidos (Tabla 28), es posible observar que una buena parte de estos residuos puede ser reusada o reciclada, lo cual puede ser aprovechado como una oportunidad de comercio. Alrededor de 1031 *t/mes* de residuos podrían ser aprovechados en los rellenos sanitarios regionales propuestos, proceso que estaría ligado a la generación de empleo al requerir personal que responda a estas tareas.

Por otro lado, con el esquema de regionalización propuesto se busca reducir el costo tarifario del componente de transporte por tramo excedente (distancias mayores a 20 *km* desde el centroide al sitio de disposición final) debido a que algunas de las distancias a recorrer para la disposición de los residuos se ven reducidas (Tabla 29.).

Tabla 28. Potencial de aprovechamiento de residuos sólidos de los esquemas regionales propuestos.

Regional	Municipio	Residuos orgánicos (t/mes)	Residuos reciclables (t/mes)	Residuos no aprovechables (t/mes)	Total residuos generados (t/mes)
Alto Ariari	Cubarral	42,75	19,50	12,75	75,00
	El Castillo	23,94	11,76	6,30	42,00
	El Dorado	12,00	14,40	3,60	30,00
	Fuente de Oro	48,16	34,72	29,12	112,00
	Granada	1.008,00	470,40	201,60	1.680,00
	Mesetas	49,30	28,90	6,80	85,00
	Lejanías	52,08	27,72	4,20	84,00
	Puerto Lleras	36,12	41,41	10,57	88,10
	San Juan de Arama	25,07	23,44	6,00	54,50
	Vistahermosa	68,15	63,80	13,05	145,00
Rio Meta	Cabuyaro	29,07	18,87	3,06	51,00
Bajo Ariari	Puerto Concordia	16,10	16,10	11,31	43,50
Villavicencio	Cumaral	143,00	137,28	5,72	286,00
	Restrepo	117,39	122,85	32,76	273,00
Total		1.671,13	1.031,14	346,84	3.049,10

Fuente: El autor

En general, la regionalización conlleva una disminución en la distancia de transporte de los residuos, lo que podría beneficiar a muchos usuarios, especialmente en municipios

como San Juan de Arama y Puerto Lleras. Esta reducción de costos de transporte por tramo excedente, tratamiento y disposición final se traduciría finalmente en un menor costo de manejo de recaudo variable en el cálculo de las tarifas de aseo.

Tabla 29. Comparación entre las distancias recorridas antes y después de la implementación del esquema propuesto.

No	Municipio	No Usuarios	Distancia Actual (km)	Distancia proyectada (km)	Diferencia en distancia (km)
Regional Alto Ariari	Cubarral	1.844	47,0	44	3,0
	El Castillo	1.292	6,6	73	-66,4
	El Dorado	473	91,0	53	38,0
	Fuente de Oro	2.380	114,0	16	98,0
	Granada	26.911	3,5	3	0,5
	Mesetas	1.696	55,3	69	-13,7
	Lejanías	1.579	48,0	45	3,0
	Puerto Lleras	1.318	153,3	56	97,3
	San Juan de Arama	1.400	131,3	38	93,3
	Vistahermosa	2.454	69,0	66	3,0
Regional Rio Meta	Cabuyaro	982	86,0	46	40,0
Regional Bajo Ariari	Puerto Concordia	1.234	26,0	56	-30,0
Regional Villavicencio	Cumaral	4.532	41,0	46	-5,0
	Restrepo	5.651	34,0	20	14,0

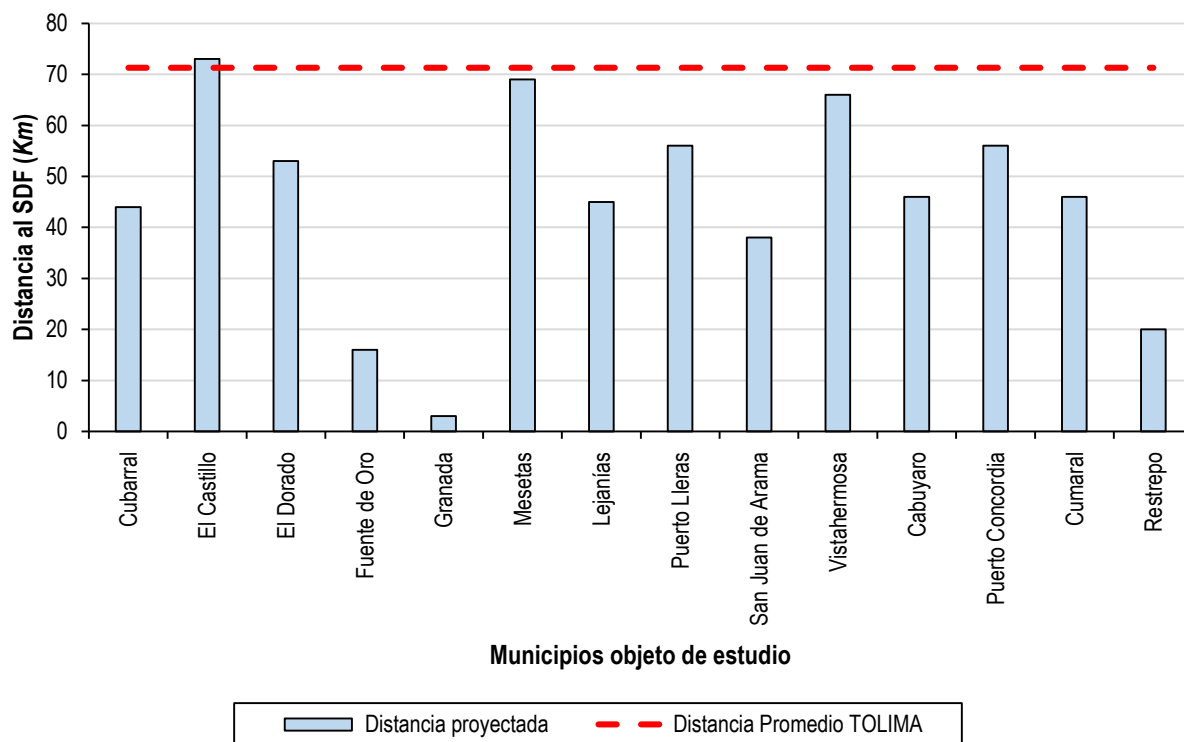
Fuente: El autor

Si bien el esquema no reduce en todos los casos la distancia que deben recorrer los residuos desde el centroide municipal hasta el sitio de disposición final, el esquema responde a la necesidad de volver más eficiente la disposición final de los residuos sólidos, mediante la implantación de rellenos sanitarios regionales, más competentes y con un mejor aprovechamiento en caso de ser implementadas las PARS.

No puede desconocerse que Municipios como El Castillo verían aumentada en gran medida la distancia a la que deben transportar sus residuos (Tabla 29.), pero podrían ser beneficiados al acceder a mejores subsidios estatales que busquen disminuir el impacto en el valor del servicio prestado.

Las distancias proyectadas a recorrer en el caso de cada uno de los municipios en estudio al relleno sanitario regional correspondiente y en comparación con la distancia promedio que recorre un municipio del departamento del Tolima a su SDF (Figura 36.), muestran que en caso de aplicarse lo propuesto en este estudio la mayor parte de los municipios pasaran a transportar los residuos menos de 70 *km* hasta el SDF.

Figura 36. Comparación entre las distancias proyectadas desde los centroides urbanos hasta los rellenos sanitarios en el departamento del Meta y la distancia recorrida en promedio desde los centroides urbanos hasta los sitios de disposición final en el Tolima.



Fuente: El autor

6.4 ALTERNATIVAS PARA LA OPERACIÓN DEL ESQUEMA PROPUESTO

6.4.1 Marco Jurídico. Por tratarse este proyecto de la implantación de varios esquemas regionales atendidos por diferentes prestadores, es importante comentar sobre la naturaleza jurídica que cobija al servicio público de aseo.

La Constitución Política colombiana de 1991 definió los servicios públicos como inherentes a la finalidad social del Estado, y dispuso en su Artículo 365 que los mismos podrán ser prestados por el Estado, en forma directa o indirecta, por comunidades organizadas o por particulares a través de tipos societarios (Constitución Política de Colombia, 1991). En este sentido, los servicios públicos se prestan en régimen de competencia (Colombia, Asamblea Nacional Constituyente, 1991).

La Ley N° 142 de 1994 determinó un sistema de regulación y control de las situaciones de monopolio en el mercado de los servicios públicos domiciliarios. En su Artículo 73 estipuló que “Las comisiones de regulación tienen la función de regular los monopolios

en la prestación de los servicios públicos, cuando la competencia no sea, de hecho, posible; y, en los demás casos, la de promover la competencia entre quienes presten servicios públicos, para que las operaciones de los monopolistas o de los competidores sean económicamente eficientes, no impliquen abusos de la posición dominante, y produzcan servicios de calidad.” (Ley N° 142, 1994). Debe tenerse en cuenta que, aunque el artículo N° 336 y 362 de la Constitución Política colombiana permiten la existencia de monopolios, estos son de carácter excepcional. (El Congreso de Colombia, 1994)

Así las cosas, el principio general aplicable a la prestación del servicio de aseo es el de la libre competencia. Sin embargo, la Ley N° 142 de 1994 previó de manera excepcional en su Artículo 40 las llamadas áreas de servicio exclusivo (ASE) para los servicios de acueducto y alcantarillado, saneamiento ambiental, distribución domiciliaria de gas combustible por red y distribución domiciliaria de energía eléctrica, cuando existan motivos de interés social y que el fin sea que la cobertura de estos servicios se pueda extender a las personas de menores ingresos (El Congreso de Colombia, 1994).

Además, según la Resolución N° 242 de 2003 expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), los contratos para el otorgamiento de ASE o los que tengan por objeto modificar las cláusulas de tales contratos o aquellos a que se refiere el parágrafo de la modificación del Artículo 31 de la Ley N° 142 de 1994 hecha mediante Artículo 3° de la Ley N° 689 de 2001, se celebrarán previo un proceso de licitación pública ajustado a lo dispuesto en la Ley N° 80 de 1993 (Resolución N° 242, 2002) (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2003).

En estas condiciones, desde el punto de vista jurídico, y dado que no se han decretado ASE en los municipios en estudio del departamento de Meta, cualquier operador del servicio de aseo puede ingresar al mercado sin que se requiera que los municipios la habiliten para la prestación del servicio.

6.4.2 Tipo de Operador. Con el fin de hacer más eficiente el esquema de operación y

comercialización de la prestación del servicio de aseo en el departamento de Meta, se recomienda vincular un prestador especializado que se encargue de la realización de una o varias actividades del prestador actual o de obligaciones a cargo de los municipios, mediante la figura comúnmente conocida como “*outsourcing*”.

Dentro de las diferentes opciones para conformar un *outsourcing*, se consideraron dos formas de vincular un tercero que sirva de operador especializado: operador privado, o conformación de una empresa público-privada.

6.4.2.1 Operador Privado. El operador privado consiste en que una entidad contratante inicie un proceso licitatorio donde se fijen requisitos técnicos, financieros y jurídicos y unas metas específicas, con una programación en su cumplimiento, cuyo objeto sea vincular a un operador privado especializado, con experiencia, en un horizonte que normalmente oscila entre 15 y 20 años. Normalmente, la remuneración del operador es bajo su propio riesgo, donde se le otorgan los derechos sobre la facturación y el recaudo de los usuarios que conforman el sistema, o los sistemas.

Cuando el negocio es rentable, se puede hacer uso de figuras como el canon de arrendamiento, valorar el usufructo de la infraestructura o simplemente fijar un límite de utilidad que, cuando sea alcanzado, cause reducción las tarifas, transferencia de parte de estas utilidades al contratante, o su destinación para inversiones.

Este esquema necesariamente tiene que estar acompañado de una figura de supervisión o de interventoría y el contrato debe establecer los mecanismos jurídicos para evaluar su cumplimiento y las acciones frente a los incumplimientos.

Así mismo, existe una variación importante dentro de esta alternativa y es la posibilidad de implantar un esquema Operador-Constructor, consistente en que, cuando los proyectos de operación cuentan con recursos para inversión, estos se le otorguen al Operador para que él mismo construya o subcontrate, con plena autonomía, la construcción de un relleno sanitario y se le genere un ingreso adicional producto de la

utilidad percibida por esta actividad. Este esquema pretende solventar las pérdidas en las que incurre el Operador en los primeros años de operación, debido a circunstancias ajenas a su voluntad, como la falta de cultura de pago oportuna, por ejemplo. Debe aclararse que las inversiones realizadas con recursos de los usuarios, o del Estado, serán siempre de la entidad contratante, o de quien esta determine.

De igual forma, la infraestructura que se otorgue para uso del Operador deberá ser restablecida a la Entidad contratante. Es decir, no hay transferencia de la propiedad de la infraestructura.

6.4.2.2 Conformación de Empresa de Servicios Públicos Mixta. Esta opción consiste en generar un proceso licitatorio, o de invitación pública, con el propósito de que un prestador actual convoque a operadores especializados a la conformación de una nueva empresa de servicios públicos para la prestación del servicio de aseo, que se haría cargo de la operación de uno o varios componentes del aseo, con ciertas obligaciones de inversiones operativas, técnicas y administrativas, entre otras.

La dificultad para implantar este tipo de esquemas radica en que, generalmente, la comunidad las considera una privatización de la prestación del servicio público de aseo, sin que necesariamente sea así.

7. CONCLUSIONES

Los municipios objeto de estudio evidencian dificultad para alcanzar el cumplimiento de las metas de cobertura, calidad y continuidad en la prestación del servicio público de aseo para las actividades básicas de recolección, transporte, barrido y disposición final, especialmente en municipios con menos de 5.000 usuarios (89% de los municipios estudiados), debido a que:

- No cuentan con capacidad financiera para su sostenimiento, mejora, renovación, repotenciación o reposición de los equipos e infraestructura existentes.
- No tienen capacidad instalada ni equipos necesarios para garantizar la continuidad en la prestación del servicio, bajo cualquier emergencia.
- Existe resistencia de la comunidad para el desarrollo de proyectos de disposición final.
- Falta de fortalecimiento empresarial y conocimiento del servicio.
- Deficiente planeación para operación del servicio, reflejado en mayores costos de operación.
- Los operadores del servicio son de carácter público y dependen, en gran parte, de la voluntad política, recursos públicos, equipos y operarios compartidos.

En las condiciones actuales, los esquemas de prestación del servicio evidencian inviabilidad operativa, debido a que se alejan de las posibilidades de cumplir con la meta de cobertura urbana del 100% exigida por la reglamentación de la normativa ambiental dada por la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA).

Desde el punto de vista socio-ambiental, el diagnóstico evidencia que el mayor reto de la prestación del servicio está en la recuperación de los pasivos causados por la inadecuada disposición final. Incluso, cinco de los 19 municipios estudiados aún tienen en operación celdas y botaderos a cielo abierto que ya debían estar clausurados.

Aun cuando la priorización de problemas es un aspecto importante para la estructuración de los planes y programas que surgen del cumplimiento de lo estipulado en la Resolución 754 de 2014, esta norma deja al libre albedrío del investigador la forma de conseguirlo. En este sentido, la tabla dinámica de análisis multicriterio (financiero, técnico, social y ambiental) creada en desarrollo de la presente investigación pretende llenar el vacío existente en la regulación vigente. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

La gestión de los residuos sólidos en el departamento de Meta sería más eficiente si se adopta el esquema propuesto de operación del servicio basado en cuatro rellenos sanitarios regionales, que pretenden mejorar las condiciones operativas y de transporte, facilitar la prestación del servicio, disminuir los sobrecargos económicos y minimizar los impactos ambientales (base de la economía de escala y planeación de inversiones con perspectiva regional), y cinco rellenos sanitarios individuales en municipios que, por sus condiciones geográficas, no es posible agruparlos.

Además, el esquema de operación propuesto permite:

- Disminuir puntos críticos, erradicación de botaderos satélites y saneamiento de fuentes hídricas contaminadas por residuos sólidos.
- Cumplir en el cierre y clausura de celdas y botaderos a cielo abierto.
- Mayores eficiencias operativas por menores tramos excedentes de transporte al sitio de disposición, lo cual se reflejará en la tarifa final al usuario.

- Garantizar la disposición final en un periodo aproximado de 20 años, para los municipios que están ad portas del cierre y los que no cuentan con ninguna alternativa.
- Generar suficiencia financiera que permita la opción de vincular operadores especializados en la prestación de uno o varios de los servicios que componen la actividad de aseo.

RECOMENDACIONES

El desarrollo del presente trabajo, permitió evidenciar las dificultades de los prestadores del servicio de aseo y los municipios en general para el cumplimiento de la normatividad actual vigente.

Conforme a lo anterior es preciso hacer una revisión a las Resolución 754 de 2014 en función a lo siguiente:

Aun cuando la resolución exige realizar un diagnóstico del área rural, es necesario que se actualicen e incluyan en las bases de medición del cumplimiento de indicadores (calidad, cobertura y continuidad) del servicio público de aseo rural, toda vez que actualmente se centra en la cobertura urbana y sigue dejando rezagado esta parte de la población.

Es preciso revisar las obligaciones exigidas a corto, mediano y largo plazo a municipios con menos de 5000 usuarios, sobre a las nuevas actividades complementarias del servicio público de aseo (lavado de vías y áreas públicas, poda de árboles y corte de césped cestas públicas, limpieza de playas y zonas riverañas) que no cuentan con remuneración tarifaria para lograr una suficiencia financiera y reconocimiento de costos eficientes que permitan el desarrollo de estas actividades.

El presente documento aporta a la metodología actual de la Resolución 754 de 2014, un modelo de priorización de problemas basado en un análisis multicriterio (financiero, técnico, social y ambiental) llenando un vacío de la regulación orientado a la realidad de cada municipio y sus posibilidades de solución, se recomienda incluir este modelo como herramienta de ayuda para la formulación y/o actualización de los PGIRS municipales. Al calcular la producción per cápita (PPC) diaria de residuos sólidos en los municipios de estudio se encontró que, en algunos casos, esta fue duplicada respecto a la PPC de 0,45 kg/hab/día (niveles bajos de complejidad) sugerida teóricamente en el Reglamento

Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS-2000– (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000), lo que evidencia la necesidad de revisar los criterios técnicos fijados en el RAS-2000 sobre la relación entre PPC y la población de los municipios.

Se recomienda replicar el presente ejercicio en otros departamentos con el objeto lograr mayores eficiencias en el servicio público de aseo con fundamento en el estado del arte y las posibilidades socio económicas y ambientales de cada municipio.

REFERENCIAS

- Arrieta, G. (2008). *Fase I-II Dimensión de Categorización – Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores*. Determinación de Factores de Producción de Residuos Sólidos de los Usuarios Residenciales. Bogotá DC: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico -CRA-.
- Barradas, A. (2009). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales*. Minatitlán, Veracruz: Instituto tecnológico de Minatitlán.
- Banco Interamericano de Desarrollo & Organización Panamericana de la Salud. (1997). *Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Collazos, H. (2005). *Diseño y operacion de rellenos sanitarios*. Bogota: Escuela Colombia de Ingenieria.
- Colombia, Asamblea Nacional Constituyente, (1991). *Constitución Política de Colombia*, Santa Fe de Bogotá: Legis
- Dapm, D. (2015). *Alcaldía de Santiago de Cali*. Obtenido de file:///D:/Users/Pablo/Downloads/5_Presentacion%202_Metodologia%20actualizacion%20PGIRS%20e%20identificaci%C3%B3n%20de%20problemas.pdf
- Departamento de Meta - Viceministerio de Agua y Saneamiento. (2010). *Plan departamental para el manejo empresarial de los servicios de agua y saneamiento: departamento de Meta*. Bogotá, D. C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El Congreso de Colombia. (1979). *Ley 9*. Por la cual se dictan medidas sanitarias. Recuperado de: https://www.arsura.com/files/ley9_1979.pdf

El Congreso de Colombia. (1993). *Ley 80*. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. Recuperado de: <http://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6498.pdf>

El Congreso de Colombia. (1994). *Ley 142*. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Recuperado de: <http://corponor.gov.co/images/corponor/normatividad/LEYES/Ley%20142%20de%201994.pdf>

El Congreso de Colombia. (2015). *Ley 689*. (2001). Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994. Recuperado de: http://www.dane.gov.co/files/dig/Ley_689_2001.pdf

El Congreso de Colombia. (2015). *Ley 1753*. Por la cual se expide el plan nacional de desarrollo 2014-2018 "todos por un nuevo país. Recuperado de: <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/leyes/Documents/LEY%201753%20DEL%2009%20DE%20JUNIO%20DE%202015.pdf>

Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Tolima - EDAT S.A. E.S.P. Oficial. (2015). *Plan de Gestión Ambiental 2016-2019*. Ibagué: Gobernación del Tolima.

Enciclopedia Libre Wikipedia, (2018). *Villavicencio*. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Villavicencio>

Jaramillo, J. (1999). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales - GIRSM*. Medellín: Feria y Seminario Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos, Siglo XXI.

Jaramillo, G. & Zapata, L. M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Meta, G. D. (2017). *Sitio Web del departamento del Meta*. Recuperado de: <https://www.meta.gov.co/>

Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS-2000)*. Bogotá, D. C.: Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Decreto 838*. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D. C. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Decretos/dec_0838_230305.pdf

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2003). *Resolución CRA N° 242*. (Por la cual se modifica la Resolución CRA-151 de 2001, en relación con el régimen contractual de las personas prestadoras de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo y la concurrencia de oferentes. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd38/Colombia/R242-03.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2012). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Título F. Sistemas de Aseo Urbano / Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico*. Bogotá, D.C.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). *Decreto 2981*. Reglamentario del Servicio Público de Aseo. Recuperado de:

<http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Presentaci%C3%B3n%20del%20Decreto%202981%20de%202013.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Resolución 754*. Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Recuperado de: <http://www.atcalsas.com/normas/residuos-solidos/resolucion-754-de-2014>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). *Resolución CRA 720*. Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas, la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Recuperado de: <http://www.cra.gov.co/documents/RESOLUCION-720-DE-2015-EDICION-Y-COPIA.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). *Resolución 0330*. Por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS y se derogan las resoluciones 9016 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, y 2320 de 2009. Recuperado de: *Residuos Sólidos Urbanos: Su gestión integral en Argentina*. Buenos Aires:

Munch, L. & Angeles, E. (1990). *Métodos y técnicas de investigación*. Trillas.

Olivero, K. N. (2010). *Los Rellenos Sanitarios en Latinoamérica: Caso Colombiano*. Academia Colombiana de Ciencias.

Organización Panamericana de Salud & Centro Panamericano de Investigación en Salud. (s.f.). *Guía para la caracterización de residuos sólidos domiciliarios*.

Secretaria de Salud Pública Municipal de Santiago de Cali. (2015). *Plan de gestión integral de residuos sólidos de Cali*. Santiago de Cali, Colombia: Secretaria de Salud Pública Municipal.

Ramírez, L. (2013). *Plan de gestión integral de residuos peligrosos*. Manizales: Universidad de Caldas.

Real, G. (2016). *Residuos y Sostenibilidad. El modelo Europeo*. Alicante: Universidad de Alicante.

República de Colombia. (197). *Decreto 2811*. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf

Vesco, L. P. (2006). *Residuos Sólidos Urbanos: Su gestión integral en Argentina*. Buenos Aires: Universidad Abierta Interamericana. Recuperado de: <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC071962.pdf>

ANEXOS



Anexo A. Formatos de caracterización de residuos sólidos

Cadena de custodia

ACTIVIDAD DE CARACTERIZACIÓN MUNICIPIO DE xx		
REGISTRO No _____		Identificación Muestra: RSD- _____ - _____
Punto de Georreferenciación		
1	Localización:	
2	Nombre del productor del residuo:	
3	Dirección:	
4	Tipo de residuo:	
5	Peso de la muestra:	
6	Propósito del muestreo:	
7	Descripción del punto del muestreo:	
8	Estrato:	
9	Habitantes:	
10	Fecha de recolección:	
11	Hora de recolección:	
12	Días de acumulación de la muestra:	
13	Clima:	
14	Distribución y transporte de la muestra:	
15	Observaciones de campo:	

ACTIVIDAD DE CARACTERIZACIÓN MUNICIPIO DE xx		
1 6	¿Sabe qué es el Reciclaje?	
1 7	¿Usted recicla?	
1 8	¿Está dispuesto a reciclar?	
<div> <div> Firma del responsable que recoge la muestra. </div> <div> Firma del Usuario </div> </div> <div> <div>_____</div> <div>_____</div> </div>		


Registro de pesos y longitudes

		CONTRATO 172 DE 2015 "Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de 24 Municipios en el Casco Urbano y Centros Poblados del Departamento del Meta"					
		CARACTERIZACIÓN DE RSD					
REGISTRO DE INFORMACIÓN PESOS Y LONGITUDES							
PESO EN VACIO CANASTILLA (Kl):		2	ANCHO (cm):33	LARGO (cm): 52	ALTURA(cm):26		
SECTOR:		Estrato 1					
MUNICIPIO:		CALVARIO		FECHA: 15/01/2016	TEMPERATURA:		
CODIGO DE MUESTRA No		PESO LLENO (kl)		LONGITUD (cm)	PESO NETO (kl)		
1		7		25	5		
2		4		20	2		
3		3.5		12	1.5		
4		3.5		13	1.5		
5		8		26	6		
6		4		20	2		
TOTAL					18		
PROMEDIO ESTRATO 1							

Muestras: 6
Usuarios: 16
Habitante/vienda: 4,3

Poblacion Estrato: 68,8

Clasificación de los residuos sólidos

	CONTRATO 172 DE 2015 "Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)												CONSORCIO PGIRS Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos META 2015	
	CARACTERIZACIÓN DE RSD													
	CLASIFICACIÓN													
MUNICIPIO:	PESO EN VACIO CANASTILLA (kl):	ANCHO (cm): 40		LARGO(cm): 60		FECHA: 12/01/16		TEMPERATURA: 30 °c		ALTURA(cm): 20				
SECTORES	PAPEL Y		RESTOS DE		MADERA Y		PLASTICOS		METALES		VIDRIOS		OTROS	
	Long 1	Kg	Long 1	Kg	Long 1	Kg	Long 1	Kg	Long	Kg	Long	Kg	Long	Kg
ESTRATO 1	10	3	52	9			52	5	5	2,5	10	3	15	4,5
ESTRATO 2	41	8	130	40			78	8	5	3	10	6	26	9,5
ESTRATO 3	52	6,5	41	9			52	5					52	6
ESTRATO 4														
COMERCIAL														
OFICIAL	41	6					52	4						
BARRIDO														
PLAZAS DE MERCADO														

Producción per cápita

COMPOSICION FISICA EN PESO (KG/DIA) DOMICILIARIA				
COMPONENTE	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	PPC
PPC / Kg/Hab/dia	0,70	1,80	4,42	2,31


COMPOSICION FISICA EN PESO (KG/DIA) DOMICILIARIA					
COMPONENTE	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	OFICIAL	PPC
PPC / Kg/Hab/dia	48,00	759,50	133,00	59,50	0,370

POBLACION 2016

808

Proyecciones

AÑO	CALVARIO RESIDENCIAL			
	Población (Hab)	PPC (Kg/hab-día)	Cantidad de Residuos (Kg/día)	Cantidad de Residuos (Ton/día)
2010	796,00			
2011	796,00			
2012	798,39			
2013	800,79			
2014	803,20			
2015	805,61			
2016	808,03	2,31	1.863,86	1,86
2017	810,46	2,32	1.880,67	1,88
2018	812,89	2,33	1.897,64	1,90
2019	815,34	2,35	1.914,76	1,91
2020	817,78	2,36	1.932,04	1,93
2021	820,24	2,38	1.949,47	1,95
2022	822,71	2,39	1.967,06	1,97
2023	825,18	2,41	1.984,81	1,98
2024	827,66	2,42	2.002,72	2,00
2025	830,14	2,43	2.020,78	2,02
2026	832,64	2,45	2.039,02	2,04
2027	835,14	2,46	2.057,41	2,06
2028	837,65	2,48	2.075,98	2,08

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 1 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Los suscritos:

Sandra milena Pedroza Rubio	con C.C N°	39.143.150 de Ibagué
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____

Manifiesto (an) la voluntad de:

Autorizar

☒

No Autorizar

☐

Motivo:


La consulta en físico y la virtualización de **mi OBRA**, con el fin de incluirlo en el repositorio institucional de la Universidad del Tolima. Esta autorización se hace sin ánimo de lucro, con fines académicos y no implica una cesión de derechos patrimoniales de autor.

Manifestamos que se trata de una OBRA original y como de la autoría de LA OBRA y en relación a la misma, declara que la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, se encuentra, en todo caso, libre de todo tipo de responsabilidad, sea civil, administrativa o penal (incluido el reclamo por plagio).

Por su parte la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA se compromete a imponer las medidas necesarias que garanticen la conservación y custodia de la obra tanto en espacios físico como virtual, ajustándose para dicho fin a las normas fijadas en el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad, en la Ley 23 de 1982 y demás normas concordantes.

La publicación de:

Trabajo de grado	<input checked="" type="checkbox"/>	Artículo	<input type="checkbox"/>	Proyecto de Investigación	<input type="checkbox"/>
Libro	<input type="checkbox"/>	Parte de libro	<input type="checkbox"/>	Documento de conferencia	<input type="checkbox"/>
Patente	<input type="checkbox"/>	Informe técnico	<input type="checkbox"/>		
Otro: (fotografía, mapa, radiografía, película, video, entre otros)					<input type="checkbox"/>

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 2 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Producto de la actividad académica/científica/cultural en la Universidad del Tolima, para que con fines académicos e investigativos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad del Tolima. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Rafael Parga Cortes de la Universidad del Tolima.

De conformidad con lo establecido en la Ley 23 de 1982 en los artículos 30 “**...Derechos Morales. El autor tendrá sobre su obra un derecho perpetuo, inalienable e irrenunciable**” y 37 “**...Es lícita la reproducción por cualquier medio, de una obra literaria o científica, ordenada u obtenida por el interesado en un solo ejemplar para su uso privado y sin fines de lucro**”. El artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “**los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores**” y en su artículo 61 de la Constitución Política de Colombia.

- Identificación del documento:

Título completo: “**PROPUESTA DE MANEJO EFICIENTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN EL DEPARTAMENTO DE META (COLOMBIA)**”

- Trabajo de grado presentado para optar al título de:

MAGISTER


- Proyecto de Investigación correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

- Informe Técnico correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

- Artículo publicado en revista:

- Capítulo publicado en libro:

- Conferencia a la que se presentó:


 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 3 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Quienes a continuación autentican con su firma la autorización para la digitalización e inclusión en el repositorio digital de la Universidad del Tolima, el:

Día: **16** Mes: **OCTUBRE** Año: **2018**

Autores:

Firma

Nombre:	SANDRA MILENA PEDROZA RUBIO		C.C.	38.143.150
Nombre:	_____	_____	C.C.	_____
Nombre:	_____	_____	C.C.	_____
Nombre:	_____	_____	C.C.	_____

El autor y/o autores certifican que conocen las derivadas jurídicas que se generan en aplicación de los principios del derecho de autor.